



**Isadora Maria dos Santos Gomes**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE *BUSINESS INTELLIGENCE*  
PARA OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UMA EMPRESA DE  
ALUGUEL DE CARROS**

Horizontina - RS

2024

**Isadora Maria dos Santos Gomes**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE *BUSINESS INTELLIGENCE*  
PARA OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM UMA EMPRESA DE  
ALUGUEL DE CARROS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Ma. Eliane Garlet

Horizontina - RS

2024

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso**

**“Desenvolvimento de uma ferramenta de *Business Intelligence* para otimização da manutenção preventiva em uma empresa de aluguel de carros”**

**Elaborada por:  
Isadora Maria dos Santos Gomes**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 26/11/2024  
Pela Comissão Examinadora

---

Prof. Me. Eliane Garlet  
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

---

Prof. Me. Francine Centenaro Gomes  
FAHOR – Faculdade Horizontina

---

Prof. Dr. Rafael Luciano Dalcin  
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS  
2024**

À minha família, que sempre acreditou em mim e me apoiou, lembrando-me de que nunca estive sozinha nesta jornada. Sou profundamente grata à minha mãe, Rosane, cujo cuidado e incentivo foram faróis de esperança em momentos difíceis. Sua força e amor incondicional foram fundamentais para que eu seguisse em frente.

## AGRADECIMENTO

Agradeço a todos que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para a minha formação. Agradeço aos meus professores, que compartilharam seu conhecimento, guiando-me em meu aprendizado e crescimento. Um agradecimento especial à minha orientadora, cuja orientação e apoio foram fundamentais nessa jornada tão significativa.

“Os desafios são o que tornam a vida interessante;  
superá-los é o que a torna significativa.”

(Joshua J. Marine)

## RESUMO

Em virtude dos desafios enfrentados por uma empresa de aluguel de carros na gestão de suas frotas, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver uma ferramenta customizada de *Business Intelligence* para otimização da manutenção preventiva em uma empresa de aluguel de carros. Diante do exposto, buscou-se responder ao seguinte problema de pesquisa: De que forma a implementação de uma ferramenta de *Business Intelligence (BI)* pode melhorar o controle e a análise de dados relacionados à manutenção preventiva em uma frota heterogênea de veículos? O trabalho se justifica por apresentar uma alternativa para falta de um controle eficiente e uma análise adequada dos dados de manutenção, somado à dificuldade em identificar padrões de uso e desgaste dos veículos na empresa. A metodologia empregada foi a pesquisa-ação, que permite uma colaboração estreita entre teoria e prática. Como método de abordagem utilizou-se dos métodos qualitativo e quantitativo. Os objetivos se caracterizam como descritivos e exploratórios. Para a coleta de dados foram empregadas técnicas como pesquisa documental, observações e a pesquisa bibliográfica. Inicialmente foi realizado o mapeamento e análise da base de dados de manutenção, com isso, foi feita uma análise detalhada das informações de manutenção disponíveis, buscando-se identificar quais dados eram essenciais para o controle eficaz da frota e qual estrutura de dados permitiria um gerenciamento mais ágil e preciso. A partir dessa análise, foi possível criar uma base de dados padronizada, utilizando o *Excel*, que facilitou a integração com o *Power BI*, permitindo a visualização interativa dos dados e a geração de relatórios dinâmicos. Essa abordagem proporcionou à empresa uma ferramenta visual e prática para identificar tendências de gastos com manutenção, como um resultado significativo de 32,98% para categoria de pneus e um pico de custos para o carro T-Cross. A validação da ferramenta com o gestor da empresa e o *feedback* obtido durante o processo de teste reforçaram a importância da interação contínua entre teoria e prática. Ao final, o estudo demonstrou que a implementação de soluções de *BI* não só otimiza o controle e a análise dos dados relacionados à manutenção preventiva, mas também contribui para um planejamento mais estratégico e proativo.

**Palavras-chave:** Empresas de aluguel de carros. *Business Intelligence* em frotas de carros. Manutenção Preventiva em carros.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos tipos de manutenção .....	17
Figura 2 - Custos associados a Manutenção Preventiva .....	19
Figura 3 - Curva P-F.....	20
Figura 4 - Evolução do apoio à decisão e análise de dados .....	24
Figura 5 – Fluxograma do trabalho de pesquisa .....	32
Figura 6 – Corolla GLI 1.8 (A) e Virtus TSI Turbo versão Automático (B) .....	35
Figura 7 – Corolla XEI 2.0 (A) e SUV HR-V (B).....	35
Figura 8 - T-Cross (A) e Fiat Toro (B) .....	36
Figura 9 – Controle de manutenções do veículo HRV .....	37
Figura 10 – Controle de manutenções do veículo Versa 1.6.....	37
Figura 11 – Controle de manutenções dos veículos Corolla GLI e Virtus TSI.....	38
Figura 12 – Controle de manutenções do veículo Corolla XEI 2019 e T-Cross .....	38
Figura 13 – Controle de manutenções da SUV HRV .....	39
Figura 14 – Controle de manutenções da SUV HRV e Corolla XEI .....	39
Figura 15 – Total de gastos com manutenção por mês .....	43
Figura 16 – Gastos por categoria de manutenção .....	44
Figura 17 – Gastos de manutenção por carro .....	44
Figura 18 – Controle de Geometria e Troca de óleo .....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

BI – *Business Intelligence* (Inteligência de Negócios)

ETL - *Extract, Transform, Load* (Extrair, Transformar, Carregar)

IOT – *Internet of Things* (Internet das coisas)

IPVA - Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores

KPIs - *Key Performance Indicators* (Indicadores chaves de performance)

MTBF – *Mean Time Between Failures* (Tempo médio entre falhas)

MTTR – *Mean Time to Repair* (Tempo médio de reparação)

NBR - Normas Brasileiras Regulamentadoras

OLAP - *Online Analytical Processing* (Processo Analítico Online)

TFC – Trabalho Final de Curso

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1	TEMA	11
1.2	DELIMITAÇÃO DO TEMA	11
1.3	PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.4	HIPÓTESES	12
1.5	JUSTIFICATIVA	12
1.6	OBJETIVOS	13
1.6.1	<b>Objetivo geral</b>	<b>13</b>
1.6.2	<b>Objetivos específicos</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>15</b>
2.1	CONFIABILIDADE E MANTENABILIDADE	15
2.2	TIPOS DE MANUTENÇÃO	16
2.2.1	<b>Manutenção Preventiva</b>	<b>17</b>
2.2.2	<b>Manutenção Corretiva</b>	<b>19</b>
2.2.3	<b>Manutenção Preditiva</b>	<b>20</b>
2.2.4	<b>Manutenção Detectiva</b>	<b>21</b>
2.2.5	<b>Manutenção em Veículos</b>	<b>21</b>
2.3	<i>BUSINESS INTELLIGENCE (BI)</i>	22
2.3.1	<b>Power BI</b>	24
2.3.2	<b>Integração de <i>Business Intelligence</i> com manutenção preventiva</b>	<b>25</b>
2.3.3	<b>Análise de dados e indicadores de desempenho</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>28</b>
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	28
3.1.1	<b>Métodos de abordagem</b>	<b>28</b>
3.2	OBJETIVOS DE PESQUISA	29
3.2.1	<b>Métodos de Procedimentos Técnicos</b>	<b>30</b>
3.2.2	<b>Técnicas de Coleta de Dados</b>	<b>31</b>
3.2.3	<b>Técnicas de Análise de Dados</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>34</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	34
4.1.1	<b>Frota de veículos</b>	<b>34</b>
4.2	PROCESSO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA EMPRESA	36
4.3	IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA DE <i>BUSINESS INTELLIGENCE</i> CUSTOMIZADA	40
4.3.1	<b>Padronização dos dados em <i>Excel</i></b>	<b>40</b>
4.3.2	<b>Aplicação no <i>Power BI</i></b>	<b>43</b>
4.3.3	<b>Testes e validações da ferramenta</b>	<b>46</b>
	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>47</b>
	<b>APÊNDICE A – NOVA BASE DE DADOS PARA CONTROLE - PARTE 1</b>	<b>54</b>
	<b>APÊNDICE B – NOVA BASE DE DADOS PARA CONTROLE - PARTE 2</b>	<b>55</b>
	<b>APÊNDICE C – <i>DASHBOARD</i> DESENVOLVIDO EM <i>POWER BI</i></b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão eficiente da manutenção preventiva em frotas de veículos é um desafio constante para empresas de diversos setores, especialmente para aquelas que atuam no ramo de aluguel de veículos. Ademais, sabe-se que a manutenção preventiva desempenha um papel crucial na redução de custos operacionais, na maximização da disponibilidade de veículos e na garantia da segurança e consequentemente na satisfação dos clientes.

A falta de ferramentas de gestão visual para a manutenção de carros em uma empresa de aluguel de veículos representa um desafio significativo que pode comprometer a eficiência operacional e a qualidade do serviço prestado. Sem um sistema visual adequado, a equipe de manutenção enfrenta dificuldades em monitorar o estado dos veículos, programar manutenções preventivas e identificar problemas emergentes, o que pode resultar em atrasos na disponibilidade dos carros e aumento dos custos operacionais. Além disso, a ausência de uma visão clara e acessível das informações pode levar a falhas na comunicação entre os departamentos, dificultando a tomada de decisões informadas e impactando negativamente a satisfação do cliente.

Visto isso, surge-se a necessidade de desenvolver e implementar ferramentas e metodologias que auxiliem as empresas de aluguel de carros na gestão inteligente da manutenção preventiva de suas frotas de veículos. Nesse sentido, as tecnologias de *Business Intelligence* (BI), ou seja, inteligência de negócios, têm se destacado como uma poderosa ferramenta para análise de dados e tomada de decisões estratégicas, possibilitando o monitoramento contínuo do estado dos veículos, a identificação de padrões de falha e a antecipação de problemas.

A empresa estudada é especializada em aluguel de veículos, com foco na gestão eficiente de sua frota. No dia a dia, os veículos da locadora desempenham um papel crucial na mobilidade de clientes e na entrega de serviços, garantindo que as demandas sejam atendidas de forma ágil e eficaz. No entanto, a utilização intensiva da frota para atender a diferentes necessidades dos clientes nem sempre se alinha com as práticas ideais de manutenção e operação dos veículos, o que resulta em um investimento significativo em manutenção preventiva. A busca por eficiência na gestão da frota, portanto, se torna essencial.

Visto o exposto, o presente Trabalho Final de Curso (TFC) tem como objetivo desenvolver uma ferramenta de *Business Intelligence* customizada para otimizar a gestão da manutenção preventiva em uma empresa de aluguel de carros. Para isso, buscou-se compreender a importância da implementação de ferramentas para a redução de custos operacionais e a maximização da disponibilidade dos veículos no setor de aluguel de carros, para assim definir uma ferramenta e software que se aplicasse ao estudo.

### 1.1 TEMA

O tema do presente estudo foi o desenvolvimento de uma ferramenta de *Business Intelligence* para otimização da manutenção preventiva em uma frota de veículos de uma empresa de aluguel de carros.

### 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O estudo se delimita na implementação de uma ferramenta de *Business Intelligence* para otimizar a manutenção preventiva em uma frota composta por 9 veículos, abrangendo as marcas Fiat, Nissan, Toyota, Honda e Volkswagen. A análise foi realizada em uma empresa localizada na cidade de Horizontina, no estado do Rio Grande do Sul. Essa abordagem permite uma investigação aprofundada dos resultados obtidos, possibilitando análises minuciosas e conclusões mais precisas com o objetivo de prevenir falhas e reduzir custos operacionais.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Atualmente, a empresa estudada enfrenta desafios na gestão de suas frotas de veículos, especialmente quando se trata de manutenção preventiva. A falta de um controle eficiente e de uma análise adequada dos dados relacionados à manutenção pode levar a falhas inesperadas, aumento de custos operacionais e, conseqüentemente, à diminuição da eficiência operacional. A dificuldade em identificar padrões de uso e desgaste dos veículos impede que as empresas antecipem problemas e realizem intervenções proativas, resultando em paradas não programadas e na necessidade de reparos mais caros.

Além disso, a ausência de decisões embasadas em dados concretos pode comprometer a competitividade da empresa no mercado, uma vez que a eficiência na

gestão da frota é crucial para a satisfação do cliente e para a rentabilidade do negócio. Nesse contexto, a implementação de uma ferramenta de *Business Intelligence (BI)* se apresenta como uma solução promissora, pois pode melhorar significativamente o controle e a análise dos dados relacionados à manutenção preventiva.

Diante desse cenário, definiu-se o seguinte problema de pesquisa que norteou este trabalho: De que forma a implementação de uma ferramenta de *Business Intelligence* pode melhorar o controle e a análise de dados relacionados à manutenção preventiva em uma frota heterogênea de veículos?

#### 1.4 HIPÓTESES

A partir dos dados levantados e com base no problema de pesquisa, foram identificadas as seguintes hipóteses para sua solução:

- A implementação de uma ferramenta de *Business Intelligence* possibilitará uma redução de 50% no tempo necessário para a análise dos dados operacionais relacionados à manutenção preventiva da frota;
- A resistência do gestor da empresa à adoção da ferramenta de *BI* resultará em uma implementação ineficaz, impactando negativamente a eficiência da gestão de manutenção.

#### 1.5 JUSTIFICATIVA

De acordo com Martins e Laugeni (2015), a manutenção preventiva envolve uma série de procedimentos, tais como a substituição de peças, troca de óleos, lubrificação, limpeza, entre outros, seguindo um cronograma predefinido. É notório que os manuais de instalação e operação de equipamentos fornecem orientações específicas sobre a manutenção preventiva, incluindo a periodicidade com que esses procedimentos devem ser realizados. Porém, a execução da manutenção preventiva requer disciplina rigorosa, sendo que apenas empresas com altos níveis de organização possuem equipes internas ou terceirizadas dedicadas a essa atividade.

Entretanto, na maioria das empresas, especialmente nas de pequeno porte, a abordagem em relação à manutenção preventiva ainda não segue uma lógica eficiente. Ou seja, geralmente, a manutenção é realizada de forma reativa, apenas corrigindo problemas quando surgem, sem realizar ajustes e análises periódicas que poderiam otimizar continuamente o funcionamento dos veículos.

Diante dessa realidade, entende-se a necessidade de otimizar o planejamento e controle da manutenção dos veículos da empresa estudada. Sendo assim, esse estudo se justifica na necessidade de aprimorar a gestão e manutenção dessa frota, bem como na importância de reduzir custos operacionais e minimizar o tempo de inatividade dos veículos.

Por meio da aplicação de técnicas e ferramentas de inteligência de negócios, é possível analisar e interpretar grandes volumes de dados de manutenção, identificar padrões, antecipar falhas e, conseqüentemente, tomar decisões embasadas em dados concretos. Dessa forma, isso não contribui somente para a segurança e confiabilidade dos veículos, mas também impacta positivamente a eficiência operacional e a satisfação do cliente. Ainda, em um mercado altamente competitivo, a implementação de uma ferramenta de sistemas de inteligência de negócios pode conferir à empresa uma vantagem estratégica significativa, ao permitir uma abordagem proativa e baseada em dados para a manutenção de sua frota de veículos.

## 1.6 OBJETIVOS

Diante do contexto apresentado, neste tópico foram elencados os objetivos que nortearam este estudo.

### 1.6.1 Objetivo geral

Desenvolver uma ferramenta customizada de *Business Intelligence* para otimização da manutenção preventiva em uma empresa de aluguel de carros.

### 1.6.2 Objetivos específicos

Para que o objetivo geral fosse atingido, foram listados os seguintes objetivos específicos:

- Realizar um mapeamento dos processos atuais de manutenção preventiva da frota;
- Identificar as informações pertinentes a gestão da manutenção;
- Padronização dos dados necessários para a customização do *BI*;
- Implementar um sistema de Inteligência de Negócios customizado para otimizar a coleta e análise dos dados quanto à manutenção preventiva dos veículos;

- Realizar testes e validações da ferramenta;
- Analisar os custos associados à manutenção preventiva, identificando áreas onde é possível reduzir despesas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os temas que nortearam o embasamento teórico para o presente estudo.

### 2.1 CONFIABILIDADE E MANTENABILIDADE

De acordo com a NBR 5462/1994 (Confiabilidade e Manutenibilidade) manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. A norma técnica brasileira estabelece diretrizes para avaliação da confiabilidade e da manutenibilidade de sistemas, equipamentos e componentes. Ela define conceitos, critérios e métodos para garantir a capacidade de um item desempenhar suas funções requeridas ao longo do tempo, bem como para facilitar a manutenção e a reparação quando necessário. A norma tem o objetivo de promover a qualidade, a segurança e a eficiência dos produtos e processos industriais, contribuindo para a melhoria contínua e a competitividade das organizações.

Para garantir a confiabilidade e manutenção dos sistemas, é essencial que as organizações adotem uma abordagem proativa em relação à manutenção. Isso pode incluir a implementação de técnicas de manutenção preditiva, que utilizam dados e análises para prever possíveis falhas antes que elas ocorram. Conforme destacado por Kobbacy e Ramesh (2015), a integração de tecnologias de monitoramento e análise com práticas de manutenção pode resultar em melhorias significativas na eficiência operacional e na redução de custos, enfatizando a relevância da NBR 5462/1994 como um guia para melhores práticas.

Além disso, a melhoria contínua, promovida pela adoção das diretrizes da norma, contribui para a inovação dentro das organizações. Segundo a pesquisa de Júnior e Lima (2019), a busca pela excelência em manutenção permite que as empresas se adaptem rapidamente às mudanças do mercado, respondendo com eficiência às demandas dos clientes e, assim, aumentando sua competitividade. Assim, a NBR 5462/1994 não é apenas um conjunto de diretrizes, mas uma ferramenta estratégica para o sucesso organizacional.

## 2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

De acordo com Mobley, Higgins e Wikoff (2014), a manutenção desempenha um papel crucial na eficiência produtiva de uma empresa, mesmo que em muitos casos seja destacada apenas quando ocorrem falhas ou quebras em máquinas ou instalações. Ainda nesse mesmo contexto, para Nepomuceno (1989), a manutenção nada mais é do que uma tolerância de um mal necessário, isso porque entende-se que máquinas irão se quebrar e dessa forma, alguém deve consertá-las.

Para Bastos (2016), definir a estratégia ou estratégias de manutenção a serem implementadas no processo produtivo e em seus subprocessos, constitui a essência da política de manutenção. As ferramentas organizacionais que viabilizam o funcionamento eficiente da manutenção, as técnicas de planejamento, o aprimoramento contínuo do perfil profissional em cada área, os padrões de qualidade e o sistema de gerenciamento, são elementos fundamentais na estruturação da manutenção industrial de uma empresa.

O primeiro passo é selecionar a estratégia de manutenção apropriada, como por exemplo, as diversas classificações de manutenção, incluindo a manutenção corretiva, que é realizada após a ocorrência de falhas; a manutenção preventiva, que consiste em ações programadas para evitar falhas e garantir a operação contínua dos equipamentos; e a manutenção preditiva, que utiliza técnicas de monitoramento e análise de dados para prever falhas antes que elas ocorram e a manutenção detectiva que é uma abordagem emergente que se baseia na coleta de dados para identificar sinais sutis de problemas (Viana, 2014).

Os autores Gregório, Santos e Prata (2018), apresentam uma classificação abrangente das modalidades de manutenção, que inclui a manutenção preventiva, corretiva e preditiva, cada uma com suas características e aplicações específicas. Essa classificação é fundamental para entender as diferentes estratégias que podem ser adotadas na gestão de ativos industriais, visando a eficiência e a redução de falhas operacionais e pode ser vista na Figura 1.

Figura 1 – Classificação dos tipos de manutenção



**Fonte:** Gregório; Santos e Prata, 2018

Visto isso, conforme exposto por Cardoso (2018), além de aumentar a durabilidade dos equipamentos, a manutenção contribui para a redução de custos operacionais. Os equipamentos quando bem mantidos requerem menos reparos emergenciais e minimizam o tempo de inatividade, que pode resultar em perdas significativas para a empresa. Ao evitar paradas não programadas, as organizações podem manter a continuidade das operações, o que é fundamental para atender às demandas do mercado e garantir a satisfação do cliente.

### 2.2.1 Manutenção Preventiva

Segundo Lafraia (2001) a manutenção preventiva envolve a execução de tarefas em intervalos fixos, conforme critérios estabelecidos e planejados, com o propósito de reduzir a possibilidade de falhas ou deterioração no desempenho de um item. Ainda de acordo com Nepomuceno (1989), a manutenção preventiva teve sua origem durante a revolução industrial, quando a aeronáutica, as forças armadas e as companhias civis perceberam que estavam substituindo peças que não apresentavam defeitos, descontinuidades, desgastes ou riscos aos processos, o que pode ser observado nos desenvolvimentos de testes destrutivos principalmente no final da década de 30.

O autor Xenos (1998, p. 24) enfatiza vantagens da utilização da manutenção preventiva em comparação com outras técnicas:

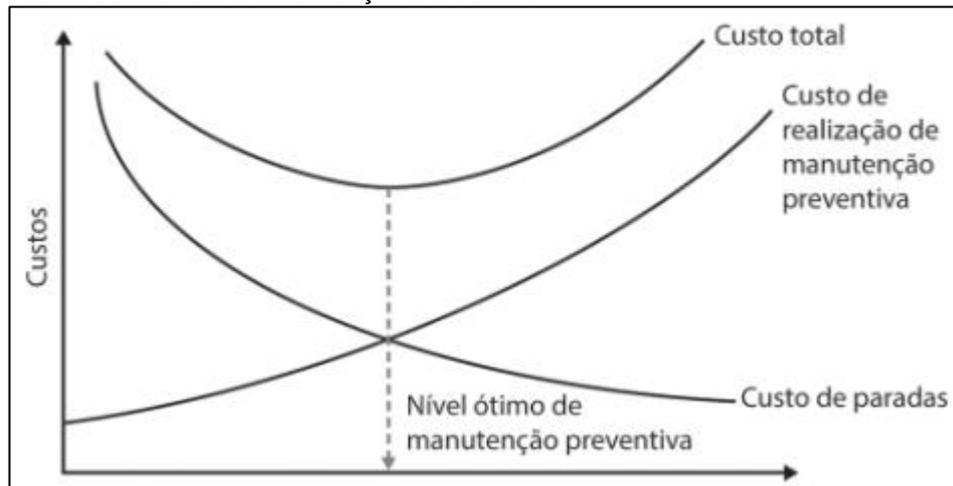
(...) ocorre uma redução na frequência de falhas, um aumento na disponibilidade dos equipamentos e uma diminuição das interrupções não programadas na produção. Em outras palavras, se analisarmos o custo total, em muitas situações, a manutenção preventiva acaba sendo mais econômica do que a manutenção corretiva. Isso se deve ao fato de se ter controle sobre os períodos de parada dos equipamentos, ao contrário de ficar sujeito a paradas imprevistas devido a falhas nos equipamentos (Xenos, 1998, p. 24).

A manutenção preventiva, segundo Barboza (2018) é uma estratégia fundamental na gestão de ativos, cujo principal objetivo é garantir a operacionalidade e a longevidade de equipamentos e sistemas. Essa modalidade de manutenção é caracterizada por intervenções programadas e sistemáticas, realizadas em intervalos regulares ou em função de critérios definidos, com a finalidade de prevenir falhas, minimizando o risco de paradas inesperadas e, conseqüentemente, aumentando a eficiência operacional. Ao se antecipar a possíveis defeitos, a manutenção preventiva não apenas assegura a continuidade dos processos produtivos, mas também contribui para a redução de custos associados à manutenção corretiva e ao tempo de inatividade dos equipamentos.

A função da manutenção preventiva reside na identificação precoce de desgastes e deterioração, permitindo a realização de ajustes e substituições de componentes antes que ocorram falhas catastróficas. Por exemplo, para Silva e Pacheco (2018), é recomendável realizar a troca do óleo do motor a cada 10 mil quilômetros ou, no máximo, uma vez por ano. Essa medida é fundamental para assegurar o funcionamento adequado e a longevidade do veículo. O autor enfatiza que essa prática é crucial não apenas para preservar a eficiência do motor, mas também para prevenir danos que podem acarretar despesas significativas com reparos.

Ainda, para executar a manutenção preventiva, é necessário falar de custos relacionados à mão de obra e peças, além da necessidade de parar a máquina, o que também gera custos adicionais. Assim, como mostrado na Figura 2, existe um ponto onde as duas curvas se cruzam, representando o ponto de menor custo total de manutenção preventiva. Realizar a manutenção preventiva em momentos diferentes desse ponto de interseção resultará em um aumento nos custos para a empresa.

Figura 2 - Custos associados a Manutenção Preventiva



Fonte: Seleme, 2015

Este procedimento sistemático é fundamentado em análises técnicas e operacionais que determinam as melhores práticas para a preservação dos ativos, tornando-se um elemento essencial na implementação de um plano de manutenção eficaz. Por meio da adoção de cronogramas de inspeção e monitoramento, as organizações conseguem manter seus sistemas e equipamentos em condições ideais de operação, o que se traduz em maior segurança e confiabilidade nas operações (Barboza, 2018).

### 2.2.2 Manutenção Corretiva

De acordo com Mobley, Higgins e Wikoff (2014), a manutenção corretiva é delimitada como a forma de manutenção reativa que ocorre após a falha de um componente ou sistema, visando restaurar as condições normais de operação. Para Baptista (2016) embora a manutenção corretiva possa ser vista como uma abordagem reativa, ela é essencial para garantir a continuidade das operações, especialmente em situações onde as falhas não são previsíveis. A rapidez na resposta das equipes de manutenção é crucial para minimizar o tempo de inatividade e os custos associados, tornando a eficiência dessa prática um fator determinante para a produtividade e a competitividade das empresas no setor industrial.

Entretanto, Souza (2014) menciona que a manutenção corretiva também é frequentemente vista como sinônimo de desorganização, mas pode ser vantajosa em certas circunstâncias, como em equipamentos de baixo custo de manutenção ou em operações onde há múltiplos equipamentos disponíveis. Ele também diferencia entre

manutenção programada e emergencial, enfatizando que a primeira deve ser planejada para evitar impactos negativos na produção.

### 2.2.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é uma abordagem que visa antecipar falhas e interrupções no funcionamento de equipamentos e veículos, utilizando dados e análises para prever o momento em que a manutenção deve ser realizada. Segundo Fogliatto e Ribeiro (2016), essa estratégia se baseia na monitorização contínua das condições operacionais e no desempenho dos ativos, permitindo que as intervenções sejam programadas de forma a minimizar o tempo de inatividade e os custos associados a manutenções corretivas. A utilização de tecnologias como sensores e análise de dados é fundamental para a eficácia da manutenção preditiva, pois possibilita a identificação de padrões e tendências que indicam a necessidade de ações antes que ocorra uma falha.

Segundo Teles (2018), por meio da manutenção preditiva, é possível gerar uma curva PF, que projeta o intervalo de tempo entre a falha potencial e a falha funcional. Na Figura 3 é apresentado um exemplo de curva P-F, no qual, a partir da manutenção preditiva, detecta-se a falha potencial (ponto P), que é acompanhada durante todo o tempo de operação, sendo visível a queda na performance do equipamento até que a falha funcional (ponto F) ocorra.

Figura 3 - Curva P-F



Fonte: Teles, 2018

Além disso, a implementação de um programa de manutenção preditiva pode resultar em melhorias significativas na confiabilidade dos sistemas e na eficiência operacional das empresas. Conforme apontam Fogliatto e Ribeiro (2016), essa abordagem não só aumenta a disponibilidade dos ativos, mas também contribui para a extensão da vida útil dos equipamentos, reduzindo a frequência de manutenções corretivas e os custos operacionais. Ao adotar práticas de manutenção preditiva, as organizações se tornam mais competitivas, pois conseguem operar de maneira mais eficaz e eficiente, garantindo a segurança e a continuidade de suas operações.

#### **2.2.4 Manutenção Detectiva**

A manutenção detectiva, conforme mencionado por Engeman (2018), é uma prática crucial realizada em sistemas de proteção ou comando. Seu objetivo é detectar falhas ocultas ou que não são perceptíveis para a equipe de operação ou manutenção. Essa abordagem é especialmente importante em ambientes críticos, como hospitais, onde a confiabilidade dos sistemas é vital.

Por exemplo, o circuito que controla a entrada de um gerador em um hospital durante uma falta de energia deve passar por manutenção detectiva. Isso garante que o sistema funcione perfeitamente no momento em que é mais necessário, evitando falhas que poderiam comprometer a segurança e o bem-estar dos pacientes. Além disso, a manutenção detectiva é fundamental para identificar desgastes ou falhas antes que se tornem problemas maiores, contribuindo para a eficiência operacional e a segurança dos equipamentos (Engeman, 2018).

Já Morengi (2015), ressalta que a manutenção detectiva é especialmente apropriada para ativos que não contam com o suporte de outras formas de manutenção. Esses ativos funcionam apenas em condições específicas, dificultando a avaliação do seu estado de falha durante as operações normais. Por isso, a manutenção detectiva é essencial para garantir a operação segura e eficiente desses sistemas críticos.

#### **2.2.5 Manutenção em Veículos**

A manutenção automotiva é essencial para garantir a segurança, eficiência e durabilidade dos veículos. Segundo Kardec e Nascif (2013), a manutenção preventiva visa identificar e corrigir problemas antes que se tornem graves, evitando falhas

mecânicas que podem comprometer a performance do automóvel. Essa abordagem proativa não apenas prolonga a vida útil do veículo, mas também assegura que o motorista e os passageiros permaneçam em segurança durante suas viagens. A inspeção regular de componentes críticos, como freios, suspensão e sistema de transmissão, é fundamental para a eficácia dessa estratégia.

Além da manutenção preventiva, a manutenção corretiva também desempenha um papel crucial na mecânica automotiva. Para Kardec e Nascif (2013) quando uma falha ocorre, a manutenção corretiva é necessária para restaurar a funcionalidade do veículo. Isso envolve a identificação do problema, a substituição ou reparo de peças danificadas e a realização de testes para garantir que o veículo esteja em condições adequadas de uso. A rápida resposta a essas questões é vital, pois um problema não resolvido pode levar a danos mais extensos e dispendiosos.

Por fim, a importância da manutenção automotiva se estende ao impacto econômico que gera. Segundo Kardec e Nascif (2013), veículos em boas condições operacionais tendem a ter um melhor desempenho de combustível e menores custos operacionais. Além disso, a depreciação de um veículo com manutenção regular é geralmente menor, o que pode resultar em um retorno mais favorável na revenda. Portanto, investir em manutenção não é apenas uma questão de segurança, mas também de economia a longo prazo, refletindo a importância de práticas de cuidados regulares para qualquer proprietário de veículo.

### 2.3 BUSINESS INTELLIGENCE (BI)

O *BI* emerge como uma metodologia essencial no contexto da gestão organizacional, fundamentando-se em processos sistemáticos de coleta, integração, análise e apresentação de dados. Seu objetivo primordial é converter grandes volumes de informações brutas em conhecimento estratégico, com vistas a embasar decisões mais informadas e assertivas. O *BI* viabiliza uma gestão orientada por dados ao identificar padrões ocultos e fornecer *insights* que não seriam facilmente acessíveis por métodos tradicionais, transformando dados complexos em ativos valiosos para a organização (Romero *et al.*, 2021).

Para Romero *et al.* (2021) o processo de coleta de dados no âmbito do *BI* abrange uma vasta gama de fontes, tanto internas quanto externas, incluindo sistemas transacionais, bancos de dados, redes sociais e dispositivos de Internet das Coisas (IoT). A integração dessas informações, realizada por meio de processos

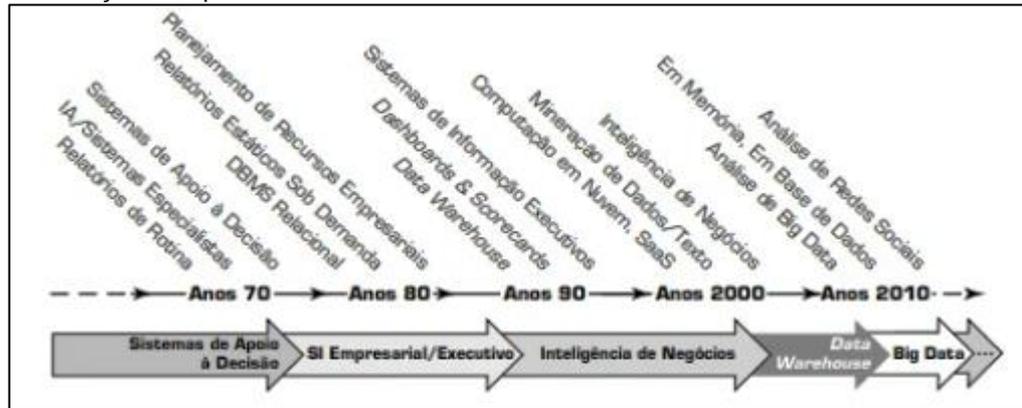
automatizados de extração, transformação e carga (ETL), é uma etapa fundamental. A centralização dos dados em um formato padronizado e acessível não apenas garante a consistência e integridade das informações, mas também otimiza sua disponibilidade para análises avançadas, potencializando o processo decisório.

Segundo Gupta e Jiwani (2021), na fase de análise, o *BI* emprega uma diversidade de técnicas, que vão desde análises descritivas e diagnósticas até preditivas e prescritivas, frequentemente suportadas por algoritmos de *machine learning* e inteligência artificial. A aplicação dessas técnicas capacita as organizações a extrair conhecimento valioso dos dados, permitindo a antecipação de tendências, a identificação de *outliers* e a elaboração de cenários futuros. Os autores Kiani e Standing (2018), ressaltam que o uso de ferramentas analíticas no *BI* não apenas promove uma compreensão mais profunda do ambiente organizacional, mas também aprimora a capacidade das empresas de se adaptarem rapidamente a mudanças, fortalecendo a tomada de decisões estratégicas.

A apresentação dos dados desempenha um papel igualmente importante dentro do escopo do *BI*. Ferramentas de visualização, como *dashboards* interativos e relatórios dinâmicos, sintetizam informações complexas em formatos intuitivos e visualmente acessíveis. Essa prática facilita a interpretação dos resultados analíticos pelos tomadores de decisão, promovendo uma comunicação mais eficaz entre os níveis estratégicos e operacionais da organização (Kiani; Standing, 2018).

A linha do tempo apresentada que é apresentada na Figura 4, segundo os autores Sharda, Delen e Turban (2019), mostra a evolução da análise de dados desde a década de 1970. Nesse período, os sistemas de informação voltados para apoio à decisão tinham como principal objetivo fornecer relatórios estruturados e periódicos, que os gestores poderiam utilizar (ou não) ao tomar suas decisões. As empresas começaram a gerar relatórios regulares para auxiliar os tomadores de decisões (gestores) a entender o que havia ocorrido no período anterior, como no dia, semana, mês ou trimestre passados.

Figura 4 - Evolução do apoio à decisão e análise de dados



Fonte: Sharda, Delen e Turban, 2019

De acordo com Mudau; Cohen e Papageorgiou (2024), desde sua origem nas décadas de 60 e 70, quando os primeiros sistemas rudimentares de coleta de dados foram introduzidos, o *BI* passou por uma evolução significativa, tornando-se uma ferramenta indispensável para a coleta, análise e interpretação de grandes volumes de dados em diversos setores. Nos anos 1980 e 1990, o surgimento de tecnologias como os *data warehouses* e ferramentas de análise OLAP (*Online Analytical Processing*), ou ainda, processamento analítico *online*, possibilitou às organizações centralizar grandes volumes de dados, permitindo uma análise mais estruturada e profunda.

O advento da *internet* e da computação em nuvem no início dos anos 2000 tornou o *BI* amplamente acessível, capacitando empresas de diferentes portes a integrar e analisar dados de diversas fontes com maior eficiência. Atualmente, tecnologias como *machine learning* e inteligência artificial no *BI* ampliam o impacto estratégico da análise de dados em todas as esferas organizacionais.

### 2.3.1 Power BI

Segundo Santos (2021) em setores como manufatura e logística, o *Power BI* é essencial para a gestão da cadeia de suprimentos, permitindo que as empresas ajustem suas operações de forma eficiente, reduzindo custos e maximizando o desempenho. No setor público, sua aplicação tem promovido melhorias na eficiência administrativa, monitoramento de políticas públicas e maior transparência na gestão de recursos governamentais.

A sua importância nas organizações contemporâneas reside na sua capacidade de transformar dados brutos em informações estratégicas, possibilitando

uma tomada de decisões mais assertiva e informada. Em um ambiente empresarial cada vez mais competitivo, as empresas que conseguem extrair valor dos dados, obtêm uma vantagem significativa. Essa ferramenta proporciona uma visão abrangente e detalhada do desempenho organizacional, permitindo que os gestores identifiquem tendências emergentes, antecipem problemas e explorem novas oportunidades de mercado. A possibilidade de tomar decisões baseadas em dados confiáveis e em tempo real é um diferencial estratégico que permite às empresas adaptarem-se rapidamente às mudanças e manterem sua competitividade (Santos, 2021).

Conforme Gupta e Jiwani (2021), outro benefício significativo da ferramenta é sua capacidade de integrar dados de diferentes fontes e sistemas, proporcionando uma visão holística da organização. Ao invés de manter os dados segmentados em departamentos ou sistemas distintos, o *Power BI* consolida essas informações, oferecendo uma visão centralizada acessível a todos os níveis da organização. Essa integração não apenas melhora a comunicação interna, mas também possibilita decisões mais embasadas em uma análise abrangente. As ferramentas de visualização, como *dashboards* interativos, simplificam a interpretação dos dados, tornando as informações mais acessíveis e compreensíveis, independentemente da complexidade.

As ferramentas e tecnologias de *BI* evoluíram consideravelmente ao longo dos anos, permitindo que as organizações obtenham *insights* cada vez mais precisos a partir de seus dados. Entre as plataformas mais conhecidas, destacam-se o *Power BI*, *Tableau* e *Qlik*, que oferecem soluções robustas para análise de dados, visualização e criação de relatórios dinâmicos. O *Power BI*, desenvolvido pela *Microsoft*, é amplamente utilizado devido à sua integração com outros produtos da empresa, como *Excel* e *Azure*, facilitando o acesso a dados em tempo real e a criação de painéis interativos (Romero *et al.*, 2021).

### **2.3.2 Integração de *Business Intelligence* com manutenção preventiva**

O *BI* abrange um conjunto de processos, tecnologias e ferramentas que transformam dados brutos em informações significativas, permitindo uma análise aprofundada e resultados mais concisos. Nesse contexto, a saúde dos equipamentos e os cronogramas de manutenção tornam-se variáveis essenciais que podem ser monitoradas por meio de soluções de *BI*. Ao integrar dados provenientes de diferentes

fontes, como sistemas de gestão de manutenção, sensores de equipamentos e registros de operação, é possível desenvolver uma visão holística do desempenho dos ativos (Barbosa, 2022).

A coleta de dados sobre a saúde dos equipamentos é um dos primeiros passos na implementação de um sistema de *BI* eficaz. Essa coleta pode ser realizada por meio de sensores que monitoram condições operacionais, como temperatura, vibração e pressão, fornecendo informações em tempo real sobre o estado dos equipamentos. Além disso, registros históricos de manutenção, relatórios de falhas e desempenho das máquinas são incorporados ao banco de dados, enriquecendo a análise subsequente. A combinação dessas informações permite que os gestores identifiquem padrões e tendências que são essenciais para a manutenção preditiva, evitando falhas inesperadas e aumentando a vida útil dos ativos (Barbosa, 2022).

Para Rêgo (2024) uma das principais vantagens do uso dessa ferramenta na gestão de manutenção é a capacidade de gerar *dashboards* interativos. Esses painéis de controle apresentam informações em formatos visuais que facilitam a compreensão e a interpretação dos dados. Por exemplo, um *dashboard* pode exibir em tempo real a condição de vários equipamentos, indicando aqueles que estão próximos de suas condições críticas. A interatividade permite que os usuários filtrem dados por período, tipo de equipamento ou outros parâmetros, possibilitando uma análise mais focada e a identificação rápida de problemas emergentes.

Além dos *dashboards* interativos, os relatórios dinâmicos são ferramentas fundamentais na análise de dados. Diferentemente dos relatórios estáticos, que oferecem uma visão limitada e temporal, os relatórios dinâmicos permitem a atualização em tempo real dos dados, refletindo mudanças nas condições dos equipamentos e nos cronogramas de manutenção. Essa capacidade de adaptação é vital em ambientes industriais onde as condições podem mudar rapidamente, e as decisões de manutenção precisam ser tomadas de forma ágil e informada (Barbosa, 2022, p.26).

De acordo com Tang e Li (2016) os *KPIs* (*Key Performance Indicators*) desempenham um papel central na avaliação do desempenho dos equipamentos e na eficácia das estratégias de manutenção. Ao estabelecer *KPIs* específicos, como taxa de disponibilidade, tempo médio entre falhas (MTBF) e tempo médio para reparo (MTTR), as organizações podem monitorar a eficiência de suas operações de manutenção. A implementação de *BI* permite que esses *KPIs* sejam visualizados e analisados de forma contínua, proporcionando uma visão clara do desempenho e facilitando a identificação de áreas que necessitam de melhorias.

A análise preditiva, uma aplicação avançada do BI, utiliza algoritmos estatísticos e técnicas de aprendizado de máquina para prever falhas potenciais nos equipamentos. Ao aplicar modelos preditivos aos dados coletados, as organizações podem identificar tendências que antecedem falhas, como o aumento da temperatura ou vibrações anormais. Essa capacidade preditiva é fundamental para a implementação de estratégias de manutenção proativa, que não apenas reduzem custos, mas também minimizam o tempo de inatividade e melhoram a confiabilidade operacional (Tang; Li, 2016).

### **2.3.3 Análise de dados e indicadores de desempenho**

As ferramentas de *Business Intelligence* desempenham um papel crucial na análise e visualização de dados provenientes de diversas fontes. Por meio de *dashboards* e relatórios personalizados, os profissionais podem visualizar o desempenho dos ativos, identificar tendências e tomar decisões que otimizam os cronogramas de manutenção (Rodrigues *et al.*, 2017).

A análise de dados também pode ser aplicada na avaliação da eficácia das estratégias de manutenção. Isso não apenas melhora a eficiência da manutenção, mas também contribui para a sustentabilidade operacional, uma vez que os ativos são utilizados de maneira mais eficaz e os recursos são alocados de forma mais inteligente (Rodrigues *et al.*, 2017).

Para Lopes e Cunha (2018) a automação da manutenção preventiva, viabilizada pela análise de dados, é um dos principais benefícios da integração de tecnologias. Com a automação, as tarefas de manutenção podem ser programadas automaticamente com base em condições predefinidas, como horas de operação ou desempenho do equipamento. Com isso reduz a carga de trabalho das equipes de manutenção, e também garante que as atividades sejam realizadas de maneira oportuna e consistente, minimizando o risco de falhas.

### 3 METODOLOGIA

De acordo com Vergara (2016), a metodologia é uma etapa fundamental na pesquisa, pois envolve a escolha dos métodos e técnicas que serão utilizados para alcançar os objetivos propostos. Em outras palavras, a metodologia sintetiza um conjunto de procedimentos que orientam o desenvolvimento do trabalho, assegurando que a pesquisa seja conduzida de maneira sistemática e rigorosa.

Este Capítulo descreve os procedimentos metodológicos utilizados como base para a realização do estudo, focando na aplicação de conceitos de *Business Intelligence* para a otimização da manutenção preventiva em uma empresa de aluguel de carros. A escolha dos métodos qualitativos e quantitativos será justificada, visando garantir a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos.

#### 3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Para Lozada e Nunes (2019), no âmbito da pesquisa, as técnicas constituem um conjunto de diretrizes, metodologias e protocolos que os pesquisadores empregam para alcançar os objetivos de seus estudos. As técnicas de pesquisa são diversas, singulares em sua composição e adaptáveis às necessidades que atendem. Como é demonstrado no desenvolvimento do trabalho, é possível utilizar mais de uma técnica simultaneamente para apoiar os pesquisadores em sua trajetória.

Ainda, de acordo com os mesmos autores anteriormente mencionados, é fundamental ter em mente que a técnica de pesquisa mais apropriada para um estudo está diretamente relacionada ao objetivo da pesquisa e às questões que o pesquisador deseja responder. Os métodos e técnicas de pesquisa são adaptáveis a cada tipo de estudo e podem ser empregadas de forma isolada ou em combinação. Neste estudo, as técnicas e métodos utilizados foram selecionados com o objetivo de proporcionar uma apresentação clara e objetiva do desenvolvimento e dos resultados da pesquisa em questão.

##### 3.1.1 Métodos de abordagem

Para Vergara (2016), a escolha dos métodos de abordagem é importante para direcionar a execução de um estudo, pois proporciona uma visão clara das etapas que devem ser seguidas ao longo da pesquisa. Esses métodos permitem ao pesquisador conduzir a análise de maneira organizada, garantindo que as atividades realizadas

estejam alinhadas com os objetivos do trabalho. A pesquisa quantitativa é um método rigoroso e sistemático para investigar fenômenos sociais. Ela permite a coleta e análise de dados de forma objetiva, utilizando técnicas estatísticas para inferir conclusões a partir de amostras, o que é essencial para a validade e confiabilidade dos resultados obtidos (Kerlinger, 2002).

Este estudo é de natureza qualitativa e quantitativa, uma vez que envolve a análise do cenário atual dos processos de manutenção preventiva na empresa de aluguel de carros, com o objetivo de identificar oportunidades de aprimoramento. A pesquisa quantitativa se justifica pela necessidade de mensurar e analisar dados numéricos relacionados a custos e frequência de manutenções, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos padrões e tendências. A pesquisa qualitativa é justificada pela identificação de padrões e a formulação de teorias a partir de dados detalhados. Dessa forma, a escolha por um estudo qualitativo também se fundamenta na busca por uma análise mais interpretativa do objeto de pesquisa, neste caso, a implementação de uma ferramenta inteligente de negócios para melhor controle de gestão de manutenção.

### 3.2 OBJETIVOS DE PESQUISA

Em consonância com o objetivo deste estudo, foi realizada uma pesquisa exploratória e descritiva sobre o desenvolvimento de uma ferramenta de *Business Intelligence* para otimização da manutenção preventiva em uma empresa de aluguel de carros. O tema escolhido foi investigado com a finalidade de aprofundar o entendimento e formular hipóteses, e suas características foram descritas de maneira precisa, buscando esclarecer o fenômeno em análise. A abordagem exploratória é fundamental para identificar concepções e padrões, enquanto as abordagens descritivas visam estruturar e organizar essa base exploratória de conhecimento, contribuindo para fundamentar futuras investigações (Marcondes *et al.*, 2022).

De acordo com Leão (2017) a pesquisa exploratória oferece um maior volume de informações quando é realizada, aumentando a compreensão do tema em questão. Isso permite a formulação de mais problemas e o desenvolvimento de novas hipóteses. Assim, pode ser considerada como o primeiro passo no processo de pesquisa. No presente estudo, foram utilizadas estratégias exploratórias para gerar percepções e ideias para investigações, através de entrevistas não estruturadas,

revisão bibliográfica preliminar e observações, o que possibilitou a identificação e compreensão do problema em questão.

A pesquisa descritiva é empregada quando se pretende definir as características de um fenômeno ou estabelecer relações entre variáveis (Gil, 2017). Neste trabalho, as características descritas visam ilustrar o problema em discussão, proporcionando uma melhor compreensão do contexto explorado, estruturando a pesquisa e permitindo ao pesquisador se aprofundar no tema.

Dessa forma, as alternativas apresentadas têm o intuito de garantir uma gestão de manutenção efetiva, melhorando a eficiência operacional da empresa. O desenvolvimento da ferramenta do estudo busca otimizar a manutenção preventiva, possibilitando um gerenciamento mais eficaz dos veículos e, conseqüentemente, aumentando a qualidade dos serviços prestados.

### **3.2.1 Métodos de Procedimentos Técnicos**

Para Thiollent (2011), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social que é planejada e executada em estreita colaboração com uma ação ou na busca pela solução de um problema coletivo. Desta forma, para este estudo, foi utilizado o método pesquisa-ação, que abrange a teoria e prática, possibilitando a identificação e resolução de problemas reais. Essa abordagem também permite que as perspectivas sejam integradas ao processo, resultando em soluções mais eficazes e contextualizadas.

Além disso, segundo Carr e Kemmis (1986), a pesquisa-ação envolve um ciclo de planejamento, ação, observação e reflexão, promovendo um aprendizado contínuo e colaborativo. Essa característica é fundamental para a adaptação das práticas à realidade do campo de estudo, permitindo que os participantes se tornem coautores na construção do conhecimento.

Ainda, nesse estudo também foi utilizado a pesquisa bibliográfica, que complementa a abordagem prática, proporcionando um embasamento teórico sólido que sustenta as intervenções propostas. Autores como Freire (1996), enfatizam a importância da dialética entre ação e reflexão, sugerindo que a prática educativa deve ser informada por teorias que buscam compreender as dinâmicas sociais e as realidades dos participantes. Por meio dessa abordagem, espera-se promover um impacto positivo na gestão da frota, ao mesmo tempo em que se fomenta um ambiente de aprendizado e colaboração entre todos os envolvidos.

### 3.2.2 Técnicas de Coleta de Dados

Nesta etapa, os dados coletados foram cuidadosamente delimitados para garantir o melhor andamento da pesquisa. Com o intuito de atingir os objetivos da investigação, foram coletados dados de diversas fontes, incluindo o arquivo de *Excel* de controle da empresa, que forneceu informações sobre a manutenção dos veículos. Além disso, foram realizadas análises com base em métodos que envolveram pesquisa documental, entrevistas não estruturadas e observações.

Segundo Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa bibliográfica coloca o pesquisador em contato direto com toda a produção escrita sobre o tema estudado. Os autores ressaltam a importância de verificar a veracidade dos dados obtidos e observar possíveis incoerências nas obras consultadas. Para este estudo, a pesquisa bibliográfica incluiu a análise de artigos, livros, trabalhos de conclusão de curso e revistas especializadas, a fim de explorar as obras já realizadas sobre o tema e reunir informações pertinentes.

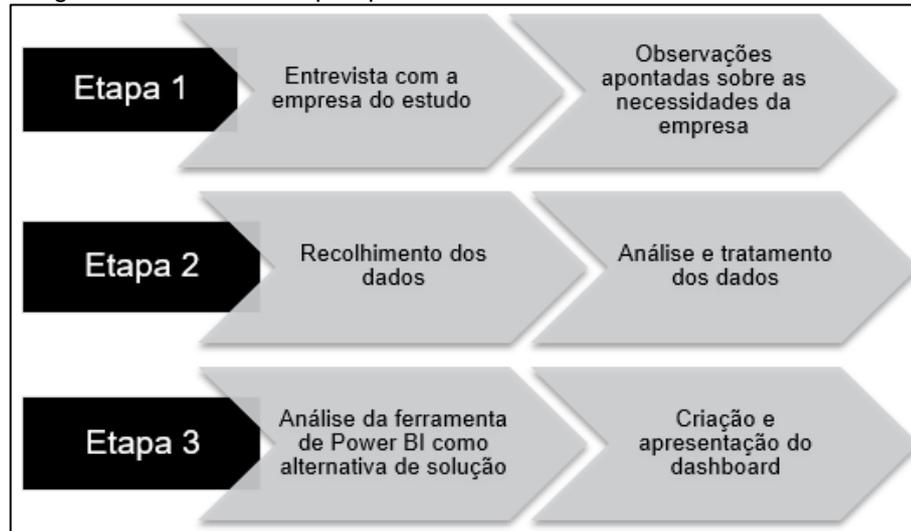
Dada a especificidade do tema, foram coletadas informações sobre o contexto e as variáveis relevantes por meio de entrevistas, observações e registros, caracterizando este trabalho como um estudo prático. O autor Bittar (2001) explora a aplicação prática dos métodos de pesquisa, destacando a importância da prática na fundamentação das abordagens metodológicas. Além disso, foram realizadas pesquisas bibliográficas e documentais, a partir das quais foram feitas análises que levaram a conclusões e propostas de soluções para o problema em questão.

Para o desenvolvimento da pesquisa-ação, foram realizadas observações e entrevistas não estruturadas com o gestor da empresa, visando compreender o processo de manutenção de forma integral e identificar suas necessidades. Além disso, as informações coletadas no *Excel*, como citado anteriormente, foram integradas a essa análise. No próximo tópico, são detalhadas as atividades realizadas para o desenvolvimento da proposta de otimização da manutenção preventiva por meio da ferramenta de *Business Intelligence*.

#### 3.2.2.1 Etapas das atividades

Para elucidar a metodologia adotada durante o estudo, a Figura 5 apresenta as etapas mais importantes, através de um fluxograma. Após, encontram-se as descrições de cada uma delas.

Figura 5 – Fluxograma do trabalho de pesquisa



Fonte: Autora, 2024

Na primeira etapa, foram realizadas entrevistas com o proprietário da empresa do estudo, onde foram feitas anotações e observações sobre as operações na área de manutenção preventiva da empresa, visando identificar os principais problemas e oportunidades de melhoria. Esse tipo de observação é considerado uma ferramenta fundamental para desenvolver hipóteses e para compreender as relações entre elas (Lakatos; Marconi, 2017).

As entrevistas não estruturadas buscaram entender as concepções e experiências dos entrevistados, além de explorar o significado que eles atribuem aos fenômenos de seu cotidiano, utilizando seus próprios termos (Lakatos; Marconi, 2017). Durante essa entrevista, o responsável apresentou o Excel utilizado na empresa para o controle de informações, apresentando referências relevantes para o correto dimensionamento da manutenção preventiva, além de indicar as melhores práticas e especificações para garantir uma eficiência operacional.

Ainda nessa primeira etapa, foram identificados os custos envolvidos nas atividades de manutenção, como despesas e manutenção dos veículos. Na etapa seguinte, foram coletados dados referentes aos custos do processo de manutenção e organizados em um *Excel*, permitindo uma avaliação, análise e tratamento dos dados.

Na sequência, os dados foram tratados e organizados para facilitar a próxima etapa: a análise da ferramenta de *Power BI* como alternativa de solução. A automação de relatórios é uma área onde a cooperação entre tecnologia e manutenção pode trazer benefícios significativos. Relatórios automatizados economizam tempo e reduzem erros humanos, permitindo que as equipes de manutenção recebam

informações críticas sobre o desempenho dos ativos de forma regular (Rêgo, 2024). Sabendo disso, a automação foi projetada a fim de contribuir para a definição das métricas mais relevantes e para a apresentação do relatório de modo a facilitar a interpretação e a ação do gestor da empresa, quando o assunto for manutenção preventiva.

Portanto, o desenvolvimento do *dashboard* de controle de manutenção preventiva no *Power BI* foi realizado utilizando a base de dados extraída do *Excel* e fornecida pela empresa, que passou por um rigoroso processo de tratamento e padronização. Essa etapa foi essencial para garantir que as informações fossem consistentes e confiáveis, para proporcionar uma experiência mais intuitiva ao usuário. Para o *layout* do *dashboard* foi utilizado gráficos de fácil interpretação, que ajudará os usuários a entenderem melhor as métricas de manutenção e a identificarem tendências importantes.

### **3.2.3 Técnicas de Análise de Dados**

Com a definição do estudo e da área de pesquisa, estabeleceu-se o método a ser empregado. Han (2006), enfatiza a importância das práticas modernas na análise de dados, destacando a necessidade de uma abordagem integrada para extrair valor real das informações disponíveis.

Dessa forma, estabelecem-se as conexões fundamentais entre as informações coletadas e as hipóteses formuladas inicialmente. Para Creswell (2010), ao explorar metodologias de pesquisa, destaca a importância das hipóteses na pesquisa qualitativa e quantitativa, enfatizando como a análise dos dados pode levar à confirmação ou refutação dessas hipóteses. Diante disso, este estudo utilizou dados qualitativos e quantitativos relacionados aos custos de manutenção e operação da frota. As informações do estudo foram coletadas a partir de planilhas de *Excel*, sendo posteriormente organizadas, tratadas e analisadas em um ambiente de *Business Intelligence*, visando a otimização da manutenção preventiva em uma empresa de aluguel de carros.

## **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Neste tópico, é apresentada a empresa onde o estudo foi realizado, acompanhada da análise dos resultados obtidos e as implementações realizadas para solucionar o problema identificado.

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA**

A John Auto Locadora é uma empresa fundada em 2019 na cidade de Horizontina, contando apenas com 1 colaborador, o gestor da empresa. Desde o início de suas atividades, a locadora se destacou por oferecer um conceito único em locação de veículos, focando na qualidade e conforto dos automóveis disponíveis. Com uma frota de seminovos bem mantidos e equipados, a empresa se empenha em garantir que seus clientes tenham uma experiência excepcional, seja para um passeio na região ou para viagens de lazer.

A missão da empresa é disponibilizar veículos que atendam às expectativas de segurança e conforto dos seus clientes. Reconhecendo a importância de um bom transporte para momentos de lazer, a empresa investe na manutenção rigorosa de sua frota e na excelência no atendimento. Além disso, a locadora oferece um diferencial que se destaca no mercado: a opção de contar com um motorista à disposição, facilitando ainda mais a experiência dos usuários.

Ainda assim, sabe-se que empresas de aluguel de carros enfrentam diversos desafios em um mercado competitivo e em constante transformação. A crescente demanda por mobilidade, impulsionada por mudanças nos hábitos de consumo e pela popularização de aplicativos de transporte, exige que essas empresas se adaptem rapidamente. Além disso, a necessidade de manter uma frota de veículos atualizada e em boas condições, aliada a custos operacionais elevados, representa um desafio significativo. A concorrência acirrada também força as locadoras a inovar em seus serviços e ofertas, buscando sempre proporcionar uma experiência diferenciada ao cliente, enquanto gerenciam questões como segurança, manutenção e sustentabilidade.

#### **4.1.1 Frota de veículos**

A frota da John Autolocadora é composta por uma variedade de 9 carros que atendem a diferentes perfis de usuários e requisitos operacionais, estes são

apresentados para fins de conhecimento de cada veículo que a empresa possui. Os modelos incluem o Versa 1.6, caracterizado por sua eficiência de combustível (este veículo não estava disponível para fotos). O Corolla GLI destaca-se pela sua confiabilidade e desempenho. Esse carro pode ser visto na Figura 6A. Além disso, a frota também conta com o Virtus TSI 200 1.0, que se traduz em uma condução ágil, apresentado na Figura 6B.

Figura 6 – Corolla GLI 1.8 (A) e Virtus TSI Turbo versão Automático (B)



Fonte: Autora, 2024

O Corolla XEI é uma variante que agrega recursos tecnológicos avançados e um *design* otimizado para a segurança. A empresa em estudo conta com dois Corollas XEI, sendo um do ano de 2019 e o outro do ano de 2021. O veículo do ano de 2021 pode ser visualizado na Figura 7A. Além disso, a empresa conta com dois veículos SUVs HR-V, um dos modelos pode ser visualizado na Figura 7B.

Figura 7 – Corolla XEI 2.0 (A) e SUV HR-V (B)



Fonte: Autora, 2024

A empresa ainda possui uma T-Cross e uma Fiat Toro. De acordo com o gestor, a T-Cross, com seu *design* prático, é adequada para viagens mais curtas e para o uso

em ambientes urbanos, onde a agilidade é importante. A Fiat Toro, por sua vez, é utilizada para atividades que requerem o transporte de equipamentos e ferramentas, especialmente em terrenos variados, devido à sua capacidade de carga e resistência. Esses veículos podem ser vistos na Figura 8.

Figura 8 - T-Cross (A) e Fiat Toro (B)



Fonte: Autora, 2024

Essa diversidade de modelos na frota busca atender às demandas variadas dos clientes, assegurando a eficiência operacional da locadora. Além disso, ao oferecer uma ampla gama de opções, a locadora consegue atrair diferentes perfis de consumidores, desde aqueles que necessitam de veículos econômicos para uso diário até clientes que buscam carros de alto desempenho para ocasiões especiais, o que não apenas aumenta a satisfação do cliente, mas também potencializa a rentabilidade do negócio.

#### 4.2 PROCESSO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA EMPRESA

A empresa em estudo gerencia uma variedade de veículos que requerem cuidados regulares para assegurar seu desempenho e segurança. Para otimizar esse processo, a empresa utiliza a ferramenta *Excel* para o armazenamento de seus dados, que incluem informações financeiras sobre despesas dos veículos, controle de locações, monitoramento da manutenção de óleo e geometria, compra e venda de veículos, além de registros de multas de trânsito.

Apesar do fato que o processo de manutenção dos veículos da empresa era realizado de forma sistemática, o mesmo enfrentava desafios significativos devido à falta de padronização nos dados registrados e de dados e informações de veículos que não faziam mais parte da frota da empresa. As informações sobre os problemas

dos veículos eram anotadas pela placa de cada um e alguns juntamente com o nome. Esse controle pode ser visto na Figura 9, que elucida o controle de manutenção de um veículo HRV, de placa “PPJ-6C27” que já não é mais parte do estoque de carros da empresa.

Figura 9 – Controle de manutenções do veículo HRV

CONTROLE IPVA													
PLACAS	MODELO	IPVA - 2024	LICENCIAMENTO	TOTAL	SITUAÇÃO	RENAVAM							
IZN7D70	VERSA 1.6	1.812,42	99,65	1.912,07		1204499290							
IVP-1E19	COROLLA ALTIS 2.0	1.862,04	99,65	1.961,69		507062795							
IVN-2J69	FOCUS SEDAN 2.0	1.666,62	99,65	1.766,27		1152105610							
IRV-2522	CROSSFOX	1.076,12	99,65	1.175,77		322540160							
PPJ-6C27	HR-V	1.600,54	149,37	1.749,91		1064433259							
QQK-1E77	COROLLA GLI 2.0	1.834,92	149,37	1.984,29									
RMH-1H79	VIRTUS TSI 200	2.234,56	99,65	2.334,21		1251536740							
IXC-9I88	COROLLA XEI 2.0	2.322,84	99,65	2.422,49		1079970239							
JBX-7I79	T-CROSS TSI 200	1.137,50	99,65	1.237,15		1338389979							
IXL-9507	HR-V	2.363,72	99,65	2.463,37		1098793118							
IYZ-5B06	HR-V	2.658,98	99,65	2.758,63		1176099008							
<b>TOTAL</b>		<b>20.570,26</b>	<b>1.195,59</b>	<b>21.765,85</b>									
CONTROLE DAS MANUTENÇÕES													
PPJ-6C27 - HR-V 1.6	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
BATERIA BOCH													0,00
OLÉO E FILTRO DO ÓLEO			202,40										202,40
FILTRO DE AR													0,00
GEOMETRIA E BALANCEAMENTO				70,00									70,00
CONSRTO NA CAMERA DO RÉ													0,00
POLIMENTO LATARIA EXTERNA			300,00										300,00
04 PNEUS APTANY 215X55R17													0,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>502,40</b>	<b>70,00</b>	<b>0,00</b>	<b>572,40</b>							

Fonte: Autora, 2024

Essa abordagem resultava em uma mistura de dados que incluíam as categorias de problemas enfrentados pelos veículos e as despesas relacionadas ao IPVA. Essa falta de organização dificultava a análise e o acompanhamento das manutenções necessárias, já que as informações não estavam categorizadas de maneira clara. Na Figura 10, há uma demonstração do controle do veículo versa 1.6.

Figura 10 – Controle de manutenções do veículo Versa 1.6

IZN7D70 - VERSA 1.6	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
GEOMETRIA BALANCEAMENTO							100,00						100,00
TAXA DE LICENCIAMENTO													0,00
LÂMPADA FAROL													0,00
OLÉO E FILTRO		216,20					216,20						432,40
FILTRO DO AR													0,00
FILTRO DE CABINE													0,00
FILTRO DE COMBUSTÍVEL													0,00
PASTILHAS DIANTEIRAS PD1365													0,00
POLIMENTO EXTERNO	330,00												330,00
MÃO DE OBRA													0,00
BATERIA DO VERSA													0,00
<b>TOTAL</b>	<b>330,00</b>	<b>216,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>316,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>862,40</b>

Fonte: Autora, 2024

Na Figura 11 é exibido os detalhamentos quanto aos veículos Corolla GLI e Virtus TSI. Essa análise visual permite identificar os diferentes tipos de parâmetros de manutenção que o gestor adicionava para cada um desses veículos.

Figura 11 – Controle de manutenções dos veículos Corolla GLI e Virtus TSI

QK-1E77 - COROLLA GLI 1.8	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TROCA DE ÓLEO	216,20		225,40				225,40					
GEOMETRIA, BALANCEAMENTO E R	70,00											
FILTRO DO AR CONDICIONADO							25,00					
PINTURA DO CAPÔ DIANTEIRO					1.000,00							
PINTURAS RETOQUES, PARACHOQUE DIANTEIRO					400,00							
TROCA DA CAMERA DE RÉ	160,00											
PASTILHAS DE FREIOS							420,00	255,00				
BUCHAS ESTABILIZADORAS								80,00				
FLUIDO DE FREIO								30,00				
04 PNEUS	1.570,88											
<b>TOTAL</b>	<b>2.017,08</b>	<b>0,00</b>	<b>225,40</b>	<b>0,00</b>	<b>1.400,00</b>	<b>0,00</b>	<b>670,40</b>	<b>365,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
RMH-1E79	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TROCA DE ÓLEO		337,00		340,40			340,40					
GEOMETRIA												
CONSRTO NOS VIDROS			80,00									
04 PNEUS												
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>337,00</b>	<b>80,00</b>	<b>340,40</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>340,40</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Fonte: Autora, 2024

A Figura 9 mostra o registro de custos associados às manutenções realizadas no veículo Corolla XEI 2019 e no veículo T-Cross. Entretanto, identifica-se a falta de padronização nominal no controle, uma vez que o segundo veículo, assim como na Figura 12, só contém a identificação da placa.

Figura 12 – Controle de manutenções do veículo Corolla XEI 2019 e T-Cross

IXC-9188 COROLLA XEI 2.0 VLR.CON	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
04 PNEUS	1.570,89											
FILTRO DO AR CONDICIONADO							25,00					
GEOMETRIA, BALANCEAMENTO E RODÍZIO						90,00						
SUBSTITUIÇÃO DA PELÍCULA DO VIDRO TRASEIRO		180,00										
PROTECTOR PARALAMA ESQUERDO						208,00						
TROCA DE ÓLEO E FILTRO				220,80				220,80				
TROCA DA LAMPADA DO FAROLETE ESQUERDO		40,00										
02 AMORTECEDORES		1.600,00										
02 BUCHAS ESTABILIZADORAS		80,00										
MÃO DE OBRA		350,00										
<b>TOTAL</b>	<b>1.570,89</b>	<b>2.250,00</b>	<b>0,00</b>	<b>220,80</b>	<b>0,00</b>	<b>298,00</b>	<b>25,00</b>	<b>220,80</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
JBX-7179	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
REVISÃO 43.000KM						1.330,00						
GEOMETRIA, BALANCEAMENTO	70,00			70,00		90,00						
VITRIFICAÇÃO EXTERNA					1.000,00							
04 PNEUS 205/55R17 GOODYEAR						2.823,12						
<b>TOTAL</b>	<b>70,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>70,00</b>	<b>1.000,00</b>	<b>4.243,12</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Fonte: Autora, 2024

A Figura 13 apresenta o registro da primeira SUV HRV do estoque da empresa e suas respectivas manutenções necessárias durante o ano, que assim como na figura anterior, não consta o nome do veículo. Essa abordagem dificultava a

interpretação e confiabilidade dos dados, visto que por ser um modelo que possui dois veículos iguais, existia a possibilidade de equívoco no lançamento das informações entre os mesmos.

Figura 13 – Controle de manutenções da SUV HRV

IVZ-5B06	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
TROCA DE ÓLEO E FILTRO					266,72			266,00					532,72
GEOMETRIA, BALANCEAMENTO E RODÍZIO					80,00								80,00
02 PNEUS APTANY SEMI-NOVO					500,00								500,00
FILTRO DE AR DO MOTOR					88,40								88,40
FILTRO DO AR CONDICIONADO							25,00						25,00
PALHETAS LIMPADOR PARA-BRISA					111,20								111,20
MÃO DE OBRA													0,00
TRANSFERÊNCIA E TAXAS DETRAN													0,00
POLIMENTO EXTERNO						250,00							250,00
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.046,32</b>	<b>250,00</b>	<b>25,00</b>	<b>266,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.587,32</b>

Fonte: Autora, 2024

Por fim, na Figura 14, é possível visualizar as manutenções da segunda SUV HRV de placa “IXL-9507” e no Corolla XEI 2021. Essa representação permite uma comparação direta entre as necessidades de manutenção de ambos os veículos e os diferentes critérios estabelecidos para cada um dos carros, um fato já evidenciado nas figuras anteriores deste capítulo. Ademais, o gestor não possuía registros de manutenção para o carro Fiat Toro.

Figura 14 – Controle de manutenções da SUV HRV e Corolla XEI

IXL-9507	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
04 pneus westlake			1567,92									
TROCA DE ÓLEO		269,72		243,80			267,72					
GEOMETRIA, BALANCEAMENTO E RODÍZIO		70,00		70,00								
FILTRO DO AR CONDICIONADO							20,00					
REGULADOR DE VOLTAGEM DO ALTERNADOR		903,00										
TROCA DAS PALHETAS		78,00										
PALHETAS LIMPADOR							100,00					
PIVO BANDEJA SUSPENSÃO				275,00								
VERIFICAÇÃO NA SUSPENSÃO					200,00							
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>1.320,72</b>	<b>1.567,92</b>	<b>313,80</b>	<b>200,00</b>	<b>0,00</b>	<b>387,72</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
GGA-0J68	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
TROCA DE ÓLEO				243,00								
GEOMETRIA, BALANCEAMENTO E RODÍZIO				70,00								
POLIMENTO E VITRIFICAÇÃO					1.200,00							
TRANSFERÊNCIA DO VEÍCULO							587,00					
<b>TOTAL</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>313,00</b>	<b>1.200,00</b>	<b>0,00</b>	<b>587,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Fonte: Autora, 2024

Sendo assim, o processo de manutenção na empresa em questão era realizado com base em planilhas, conforme as imagens apresentadas anteriormente, nas quais o gestor controlava as manutenções realizadas em cada um dos nove veículos da frota e ainda mantinha as informações daqueles que já não faziam mais parte da

mesma. Segundo informações do gestor da empresa, as manutenções eram agendadas conforme a quilometragem dos carros e as necessidades identificadas por ele, que avaliava a condição de cada modelo individualmente. A abordagem, embora prática, carecia de um padrão uniforme que poderia otimizar a gestão e minimizar riscos operacionais.

Ainda, essa falta de um sistema padronizado e a dependência da análise subjetiva do gestor podiam levar a inconsistências no atendimento das necessidades de manutenção de cada veículo. Com um possível crescimento da frota e o aumento da demanda, essa abordagem dificultava o planejamento e a execução de manutenções preventivas de forma eficaz.

Além disso, a ausência de uma estrutura padronizada para classificar as categorias das manutenções e a mistura dos veículos da frota junto com aqueles que já não faziam mais parte, poderiam levar a confusões e a uma gestão menos eficiente e de qualidade. Por exemplo, se diferentes tipos de problemas fossem anotados de maneira inconsistente, era difícil identificar padrões de falha e priorizar as manutenções. A combinação de dados financeiros com informações de manutenção em uma única planilha, também poderia resultar em dificuldades na hora de realizar relatórios ou análises mais detalhadas.

### 4.3 IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA DE *BUSSINESS INTELLIGENCE* CUSTOMIZADA

Neste tópico são apresentadas as análises e resultados referentes à implementação da ferramenta de inteligência de negócios no estudo. Essas análises proporcionarão uma visão aprofundada sobre como a adoção da tecnologia impactou a eficiência operacional e a tomada de decisões dentro da empresa.

#### 4.3.1 Padronização dos dados em *Excel*

Avaliando opções para melhorar a gestão e controle de manutenções da frota de veículos da empresa estudada, foi analisada uma alternativa que é viável para buscar uma base sólida para decisões estratégicas que podem impulsionar o desempenho geral da empresa. A opção identificada foi a adoção de uma ferramenta de inteligência de negócios para o gerenciamento das manutenções e implementação de um sistema de manutenção preventiva, que pode otimizar o controle e a eficiência

das intervenções. Essa abordagem visa avaliar os gastos e entender comportamentos em quesito de manutenção quanto aos veículos, melhorando a qualidade do serviço prestado de forma gráfica, visual e dinâmica.

Para isso, foram analisadas as licenças disponíveis para criação da ferramenta inteligente. O *Power BI* oferece diferentes tipos de licenças, sendo as principais a versão gratuita e as versões *Pro* e *Premium*. A licença gratuita permite que os usuários criem relatórios, acessem dados de diversas fontes e compartilhem suas análises localmente. No entanto, a versão gratuita tem limitações em termos de colaboração e compartilhamento em larga escala.

Em contrapartida, para pequenas empresas, a utilização dessa versão é vantajosa, pois permite a visualização e análise de dados sem custo adicional, facilitando a tomada de decisões informadas sem comprometer o orçamento. No Quadro 1 são apresentados os tipos de licença, bem como suas funcionalidades e seu custo mensal ofertado pela *Microsoft*.

Quadro 1 – Tipos de licença do *Power BI*

Tipo de Licença	Custo Mensal (R\$)	Descrição
<i>Fabric</i> (gratuito)	Gratuito	Acessar conteúdos que criam para si mesmo
<i>Power BI Pro</i>	R\$ 59,50	Acessar conteúdos próprios e de outros usuários, compartilhar relatórios entre os que possuem a mesma licença
<i>Power BI Premium</i> por usuário	R\$ 119,90	Capacidade de processamento dedicada e mais funcionalidades, pode compartilhar relatórios com um público maior sem que cada usuário tenha uma licença <i>Power BI Pro</i>

Fonte: Autora, 2024

Sendo assim, optou-se pelo desenvolvimento do relatório de gestão na versão gratuita do *Power BI* (*Fabric*). Dessa forma, para essa implementação foi necessário o aprimoramento da base de dados para controle de manutenções. O foco foi criar um sistema mais eficiente para gerenciar as informações de controle dos dados e separar o que era do escopo de manutenção e aquilo que não pertencia para essa classe, como dados de IPVA e de contabilidade, que estavam incluídos na mesma planilha. Deste modo, foi necessário analisar as necessidades da empresa para customizar a ferramenta. O primeiro passo foi realizar um levantamento das informações atualmente disponíveis, identificando quais dados eram essenciais para o controle e

quais poderiam ser padronizados em um mesmo local para obter os mesmos parâmetros de controle para todos os veículos.

Após essa análise inicial, foi realizada a estruturação da base de dados, utilizando o *Excel* para o gerenciamento de uma nova forma que permitisse a fácil inserção, atualização e consulta das informações. A estrutura foi projetada para ser intuitiva, facilitando o acesso às informações pelo gestor da empresa. O ponto mais importante dessa atividade foi preencher e padronizar as informações dos veículos para trazer uma base de dados mais consolidada e somente com informações dos veículos que fazem parte da atual frota da empresa, evitando registros obsoletos.

Ao estabelecer formatos e critérios uniformes para a coleta e armazenamento de dados, a empresa garante que todas as informações sejam consistentes e facilmente compreensíveis. Com isso, facilita-se não apenas a análise e a comparação entre diferentes tipos de manutenções realizadas, mas também minimiza erros que podem ocorrer durante a entrada ou a interpretação dos dados.

Desta forma, foi estabelecido 11 critérios de manutenção para padronização da nova planilha, sendo esses identificados como os critérios que mais se repetiam no controle de manutenção anterior. Os critérios padronizados ficam nomeados como: bateria, óleo e filtro, filtro de ar, geometria e balanceamento, consertos, polimento lataria externa, pneus, pastilhas de freio, lavagem do motor, pintura e elétrica. O objetivo foi deixar os dados no mesmo padrão de lançamento e com uma maior facilidade de inclusão de novos, visto que para lançar custos de cada carro o gestor pode só filtrar pelo nome e pela placa do mesmo. As primeiras colunas foram distribuídas então com o nome do carro e sua respectiva placa, seguido dos meses do ano em que foi realizado o conserto.

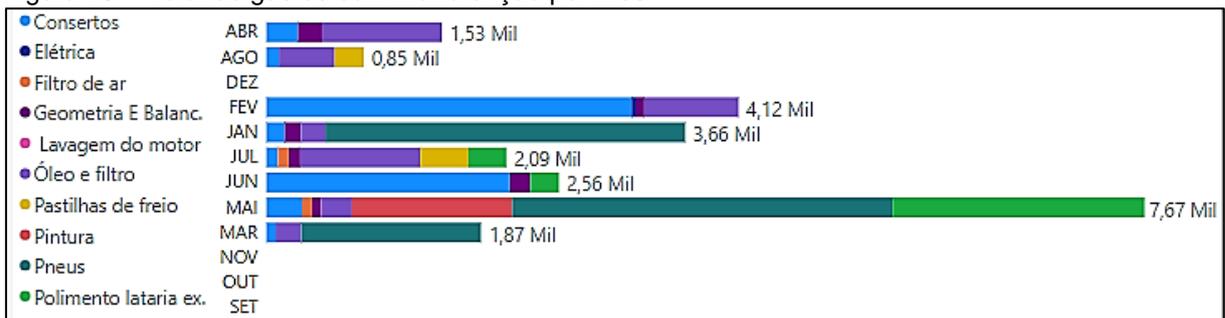
Por fim, foi deixado um último campo de observações para o lançamento das especificações e detalhes dos consertos realizados. Neste campo, é possível registrar informações relevantes, como tipos de peças substituídas, datas dos serviços e recomendações para futuras manutenções. Essas anotações são fundamentais para manter um histórico completo dos reparos, facilitando o acompanhamento e a gestão da manutenção do veículo. Esse resultado pode ser visto no Apêndice A e no Apêndice B, que mostram em *Excel* a nova estrutura de controle dos dados.

### 4.3.2 Aplicação no *Power BI*

A implementação prática do *Power BI* após a padronização dos dados em *Excel* para os 9 carros da John Autolocadora possibilitou uma análise mais profunda e detalhada dos custos de manutenção. Com a padronização, todos os dados foram organizados em um formato que facilitou a importação e visualização no *Power BI*. Essa etapa inicial foi crucial, pois garantiu que as informações fossem consistentes e precisas, permitindo uma análise mais confiável dos resultados.

Uma das principais vantagens observadas com a utilização da ferramenta foi a capacidade de identificar tendências de gastos ao longo do tempo. Através de gráficos interativos, foi possível visualizar os meses com maior incidência de custos de manutenção, permitindo que a empresa se antecipe a possíveis problemas conforme pode ser visto na Figura 15.

Figura 15 – Total de gastos com manutenção por mês

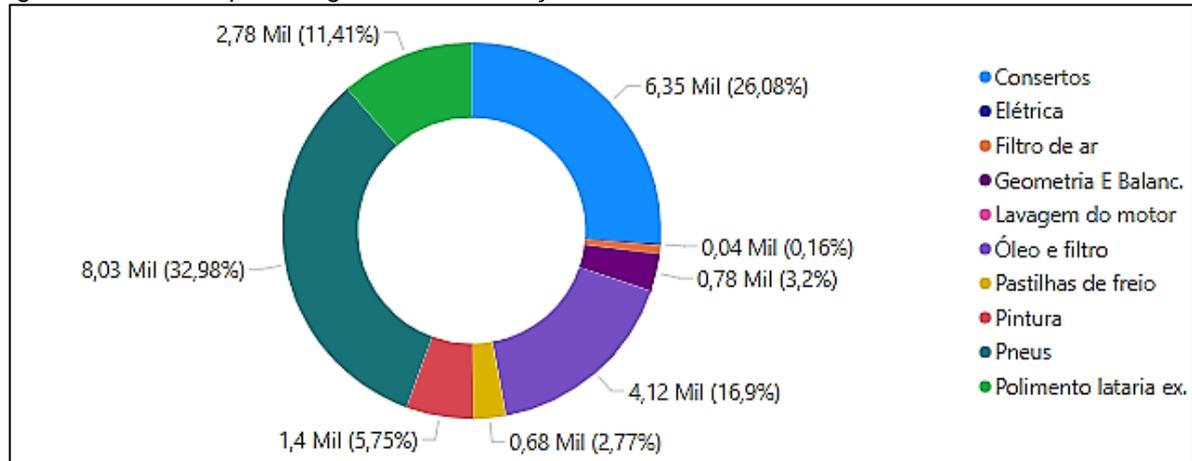


Fonte: Autora, 2024

A análise dos dados revelou um aumento significativo nos gastos de manutenção durante o mês de maio, destacando a necessidade de um planejamento mais estratégico para a manutenção preventiva nesse período crítico. Esse padrão de gastos indica que a empresa deve considerar ações proativas, como inspeções mais rigorosas e manutenções programadas, para mitigar os impactos financeiros.

Além disso, com o uso de gráficos de barras e tabelas dinâmicas, foi possível segmentar os dados por tipo de serviço, como troca de óleo, pneus e reparos gerais. Essa análise revelou que os custos com troca de pneus eram significativamente mais altos do que os demais serviços, representando 32,98% dos gastos totais, levando a possibilidade da auto locadora reavaliar sua política de fornecedores e a considerar a implementação de um programa de manutenção preventiva focado neste segmento. As representações gráficas na Figura 16 ajudam a comunicar essas análises de forma clara e visualmente atrativo.

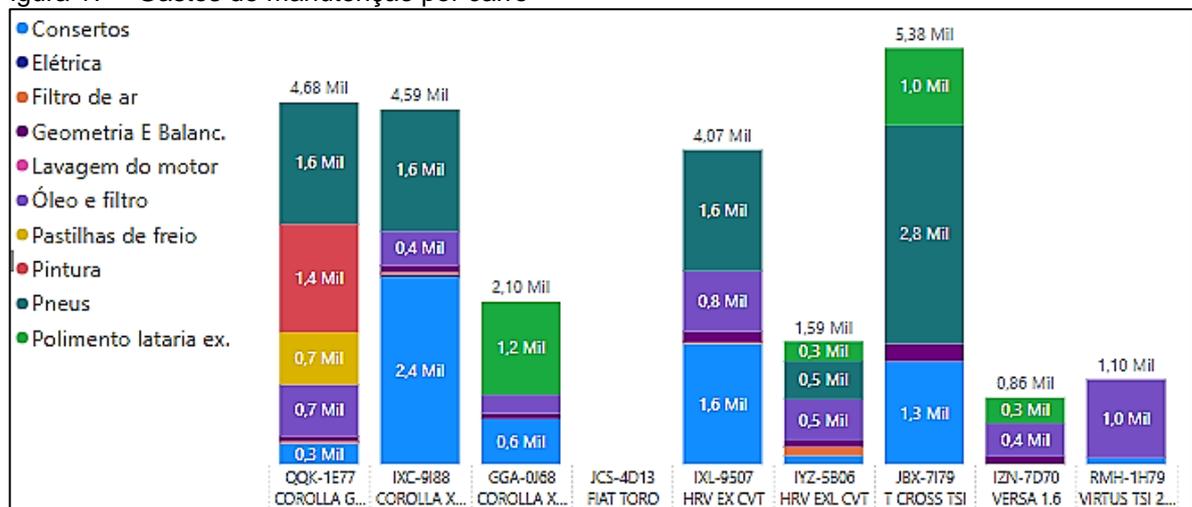
Figura 16 – Gastos por categoria de manutenção



Fonte: Autora, 2024

Ainda, através das visualizações geradas, foi possível identificar de qual carro da frota teve os maiores gastos com manutenção ao longo do ano. A representação dinâmica com gráficos de barras, permite uma comparação direta entre os veículos, evidenciando aquele que teve o maior custo acumulado. Essa análise não apenas destaca o carro com mais despesas, mas também oferece percepções sobre possíveis causas, como por exemplo a frequência de uso. Com esses dados, a empresa pode tomar decisões sobre a gestão da frota, considerando ações como a revisão de políticas de manutenção ou até mesmo a substituição de veículos que demandam custos excessivos. Essa abordagem orientada por dados, é essencial para a otimização dos recursos e o aumento da eficiência operacional. Essa informação pode ser vista na Figura 17.

Figura 17 – Gastos de manutenção por carro



Fonte: Autora, 2024

Ainda, a análise detalhada dos dados revelou que o T-Cross foi identificado como o carro com os maiores gastos em manutenção durante o ano. Essa informação, apresentada de forma clara no gráfico, destaca não apenas a magnitude dos custos associados a esse veículo, mas também levanta questões sobre sua utilização e os tipos de serviços realizados. Em seguida, o Corolla GLI aparece como o segundo carro com mais despesas, enquanto que o modelo Corolla XEI ocupa a terceira posição na lista de gastos. Essa sequência de gastos sugere que, apesar de ambos os modelos Corolla serem reconhecidos pela durabilidade e confiabilidade, fatores como a quilometragem percorrida e a frequência de manutenção podem ter influenciado os custos. Com isso, a empresa também pode direcionar suas estratégias de manutenção e avaliação de frota, buscando otimizar o desempenho e reduzir gastos desnecessários, sendo possível criar programas de manutenção preventiva personalizados para cada carro de acordo com a necessidade e comportamentos observados nos veículos.

A implementação de programas de manutenção preventiva personalizados para cada veículo é uma abordagem eficaz, pois leva em consideração as necessidades individuais e os comportamentos observados durante o uso. Esses programas são desenvolvidos com base em dados históricos e em tempo real, permitindo que a manutenção seja realizada conforme a condição real de cada carro, em vez de seguir intervalos fixos.

A última visualização, apresentada na Figura 18, consiste em uma tabela de controle. Nessa tabela, estão listadas a placa e o modelo de cada carro, juntamente com a quilometragem atual e as quilometragens recomendadas para serviços de geometria, balanceamento e troca de óleo. Baseando-se na média de 8 a 10 mil km recomendados para a troca de óleo, conforme mencionado na revisão de literatura, essa visualização permite que a empresa identifique rapidamente quais veículos estão próximos de atingir os limites recomendados para esses serviços essenciais. Essa abordagem assegura a manutenção adequada dos veículos, que juntamente com uma análise de um programa personalizado de manutenção para cada carro, também reduz o risco de falhas mecânicas e, conseqüentemente, os custos de manutenção a longo prazo.

Figura 18 – Controle de Geometria e Troca de óleo

PLACAS	MODELO	KM ATUAL	FAZER GEOMETRIA KM	TROCAR OLÉO KM
GGA-0J68	COROLLA XEI 2.0	30800	40000	40000
IXC-9I88	COROLLA XEI	132815	143000	143000
IXL-9507	HR-V	95000	105000	105000
IYZ-5B06	HR-V	100000	99000	109000
IZN7D70	VERSA 1.6	113289	123289	123289
JBX-7I79	T-CROSS	43000	53000	53000
JCS-4D13	TORO	1600	10000	10000
QQK-1E77	COROLLA GLI	160000	167000	168000
RMH-1H79	VIRTU TSI 200 1.0	132947	141000	143000

Fonte: Autora, 2024

Por fim, a implementação do *Power BI* facilita a análise dos dados e também melhora a tomada de decisão na empresa. Com informações mais acessíveis e visualizações impactantes, o gestor poderá gerir sua frota de forma mais produtiva e com embasamento em dados concretos. A capacidade de realizar simulações e previsões com base nos dados históricos permite à empresa otimizar seus recursos e planejar melhor as manutenções futuras. Em resumo, o uso do *Power BI* pode transformar a forma como a empresa gerencia a manutenção de seus veículos, resultando em economias significativas.

### 4.3.3 Testes e validações da ferramenta

Durante a implementação do *Power BI*, a fase de teste e validação da ferramenta desempenhou um papel fundamental na estratégia. Esta etapa envolveu uma série de testes no ambiente da ferramenta utilizando os dados de manutenção da frota que possibilitaram a simulação de diferentes gráficos para análise. Com o resultado positivo destes testes, a etapa seguinte foi a validação com o gestor da auto locadora. O resultado final do *dashboard* desenvolvido pode ser visto no Apêndice C, que contém a visualização dos gráficos dinâmicos com seus respectivos filtros.

Após isso, obteve-se um *feedback* qualificado do usuário em relação à interface e a apresentação das informações. O produto recebeu aprovação de atender às necessidades iniciais se tornando importante na gestão da frota por revelar uma imagem real do desempenho das manutenções dos veículos. Este processo mostra a importância do sistema iterativo e a relevância do *feedback* do usuário final para o sucesso do projeto.

## CONCLUSÃO

A manutenção preventiva é um investimento que traz retornos significativos em termos de eficiência operacional e custos, a implementação de uma ferramenta inteligente se revela crucial para o aprimoramento do controle e da análise de dados relacionados à manutenção preventiva em uma frota heterogênea de veículos. Sendo assim, este trabalho foi desenvolvido com base no problema de pesquisa: De que forma a implementação de uma ferramenta de *Business Intelligence* pode melhorar o controle e a análise de dados relacionados à manutenção preventiva em uma frota heterogênea de veículos?

Através da análise detalhada das operações e do desempenho da frota, foi possível identificar que a utilização da ferramenta inteligentes não apenas otimiza o gerenciamento das manutenções, mas também proporciona percepções que contribuem para a redução de custos e a maximização de operação. No tópico 4.3.2, é possível visualizar onde foi possível acompanhar através de gráficos dinâmicos tendências de manutenção de cada veículo e qual o segmento e carro que acumulam mais gastos para o proprietário.

Em relação as hipóteses apresentadas no tópico 1.4, onde a primeira hipótese destacou que a implementação de uma ferramenta de *Business Intelligence* possibilitaria uma redução de 50% no tempo para a análise dos dados operacionais relacionados à manutenção preventiva da frota. No entanto, esta não pôde ser confirmada com dados quantitativos, isso porque o gestor não realizava a medição do tempo necessário para a análise de manutenção antes da adoção da ferramenta, o que impossibilitou uma comparação efetiva.

A segunda hipótese ressaltava que a resistência do gestor da empresa à adoção da ferramenta de *Business Intelligence (BI)* resultaria em uma implementação ineficaz, impactando negativamente a eficiência da gestão de manutenção. Porém, durante o processo de implementação, observou-se que o gestor demonstrou uma boa adaptabilidade à nova ferramenta e manifestou satisfação com suas funcionalidades. Essa aceitação positiva possibilitou uma integração mais fluida da solução nos processos, contribuindo para a melhoria da eficiência na gestão de manutenção.

Quanto ao objetivo geral, que tratava de desenvolver uma ferramenta customizada de *Business Intelligence* para otimização da manutenção preventiva dos

carros, é possível identificar que através da integração de dados relevantes e da aplicação de métodos analíticos, a ferramenta permitiu um monitoramento mais eficaz das condições dos veículos e facilitou a identificação de padrões de uso e desgaste, contribuindo para a prevenção de falhas e a redução de custos operacionais, como demonstrado ao longo do Capítulo 4.

No que se refere a objetivos específicos, o primeiro era mapear os processos atuais de manutenção preventiva da empresa e este foi alcançado conforme o tópico 4.2, onde foram apresentados os métodos de controle de gestão de frota utilizados atualmente pela empresa. O segundo objetivo que era identificar as informações pertinentes a gestão de manutenção foi atingido e também apresentado ao longo do tópico 4.2, onde foram destacados os dados essenciais que auxiliam no controle das manutenções e aqueles que são obsoletos e desnecessários para o processo, permitindo uma visão clara sobre o desempenho das operações de manutenção.

Quanto ao terceiro objetivo, que tratava da padronização dos dados necessários para a customização do *BI*, este foi atingido e exposto no tópico 4.3.1, onde foram detalhadas as formas adotadas para a coleta e organização dos dados, além da ferramenta utilizada para garantir a integridade e a consistência das informações. Quanto ao quarto e o quinto objetivo, que era implementar um sistema de inteligência de negócios customizado e conduzir uma análise dos dados associados à manutenção preventiva, identificando áreas onde é possível reduzir despesas, os resultados estão expostos no tópico 4.3.2, evidenciando como o sistema contribuiu para a eficiência na gestão das informações.

Referente ao sexto e último objetivo, que era realizar testes e validações da ferramenta, também foi atingido, conforme exposto no tópico 4.3.3, mostrando o resultado final do *dashboard* de gestão de frota para a empresa. Com isso, conclui-se que todos os objetivos estabelecidos para esta pesquisa foram atingidos, contribuindo para o fechamento adequado do objetivo geral e fornecendo um caminho claro para o aprimoramento contínuo da gestão de manutenção na locadora.

A análise dos dados revelou áreas cruciais para a otimização dos custos de manutenção da auto locadora. A alta representatividade dos gastos com 32,98% na categoria de pneus sugere a necessidade de revisar a política de fornecedores e implementar um programa de manutenção preventiva. Além disso, os elevados custos de manutenção do T-Cross indicam a importância de reavaliar sua utilização e os serviços realizados, com o objetivo de reduzir despesas e melhorar a gestão da frota.

Essas conclusões apontam para possíveis melhorias na estratégia operacional da empresa.

Dessa forma, a adoção de sistemas de *Business Intelligence* se apresenta como uma alternativa eficaz para enfrentar os desafios do setor, que possibilita que as organizações não apenas se mantenham competitivas, mas também se reinventem em meio às adversidades do mercado. Assim, a implementação de tecnologias se torna uma estratégia indispensável para otimizar a manutenção preventiva e garantir a sustentabilidade financeira da empresa.

Como sugestão de trabalho futuros, para uma análise ainda mais precisa dos resultados e um controle eficaz das manutenções, seria importante que a empresa fizesse o controle de dados adicionais, como a data de compra de cada veículo e a quilometragem no momento da aquisição. Ainda, seria importante que o gestor registrasse as datas de cada manutenção efetivada, não somente o mês, para que a ferramenta também pudesse trazer a sugestão de quando deve ser a próxima, além de estabelecer métricas e métodos de coleta de dados de processos antes da implementação de novas soluções tecnológicas, para que seja possível estimar seu ganho.

Sendo assim, essas informações permitiriam uma melhor compreensão do ciclo de vida dos veículos e facilitariam a identificação de padrões de desgaste e necessidade de manutenção ao longo do tempo. Além disso, a inclusão desses dados enriqueceria as simulações e previsões, proporcionando uma visão mais detalhada e fundamentada que pode levar à otimização ainda maior dos recursos e à minimização de custos operacionais.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro. 1994.
- BAPTISTA, J. A. **Manutenção industrial**: técnicas, contos e causas. 2. ed. São Paulo: 2016.
- BARBOSA, C. V. **A integração da metodologia BIM ao BI na gestão da manutenção preventiva de edifícios**: estudo de caso do cemitério municipal de Aracati. 2022. 56 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
- BARBOZA, T. L. Um histórico da manutenção e conceitos sobre sua função. **Revista Marítima Brasileira**, v. 138, n. 10/12, 2018.
- BASTOS, A. L. A. **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) como ferramenta de prevenção da qualidade em produtos e processos**: Uma avaliação da aplicação em um processo produtivo de usinagem de engrenagem. In Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26, Fortaleza. Anais... Ceará: ENEGEP, 2006. Disponível em: < [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2006\\_tr470324\\_8144.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr470324_8144.pdf) >. Acesso em: 06 ago. 2024.
- BITTAR, E. C. B. **Metodologia da pesquisa jurídica**. São Paulo: Saraiva, 2001.
- CARDOSO, C. H. do N. **Manutenção Industrial como Ferramenta Estratégica de Competitividade**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Anhanguera, Pirassununga, 2018.
- CARR, W.; KEMMIS, S. **Becoming critical: education, knowledge and action research**. 2. ed. London: Routledge, 1986.
- CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- ENGEMAN. **Manutenção**: tipos e tendências. 2018. Disponível em: < <http://blog.engeman.com.br/manutencao-tipos-e-tendencias/> >. Acesso em: 05 out. 2024.
- FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- GIL, C. A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em: < [https://www.academia.edu/48899027/Como\\_Elaborar\\_Projetos\\_De\\_Pesquisa\\_6a\\_Ed\\_GIL](https://www.academia.edu/48899027/Como_Elaborar_Projetos_De_Pesquisa_6a_Ed_GIL) >. Acesso em: 05 out. 2024.
- GREGÓRIO, G. F. P.; SANTOS, D. F.; PRATA, A. B. **Engenharia de manutenção**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. E-book. ISBN 9788595025493. Disponível em: <

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025493/> >. Acesso em: 05 out. 2024.

GUPTA, K.; JIWANI, N. *A systematic overview of fundamentals and methods of business intelligence*. **International Journal of Sustainable Development in Computing Science**, v. 3, n. 3, p. 31–46, 2021.

HAN, J.; KAMBER, M. **Data mining: concepts and techniques**. 2. ed. Morgan Kaufmann, 2006.

JÚNIOR, L., LIMA, E. **Metodologia do Trabalho Científico: Elaboração de Projeto**. 3 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2019.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção preditiva: fator de sucesso na gestão empresarial**. São Paulo: Qualitymark, 2013.

KERLINGER, F. N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KIANI M., R.; STANDING, C. *Critical success factors of sustainable project management in construction: A fuzzy DEMATEL-ANP approach*. **Journal of Cleaner Production**, 194, 751-765, 2018.

KOBBACY, K. A.; RAMESH, G. **Complex system maintenance handbook**. New York: CRC Press, 2015.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ltda, 2001. 388 p.

LAUGENI, F. P.; MARTINS, P. G. **Administração da produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

LEÃO, L. M. **Metodologia do estudo e pesquisa: facilitando a vida dos estudantes, professores e pesquisadores**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.

LOPES, C. B. R. A. R.; CUNHA, R. Análise da utilização de técnicas de manutenção preditiva em equipamentos móveis de mineração. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, 2018. v. 1, n. 1, p. 1–24, 2018.

LOZADA, G.; NUNES, K. S. **Metodologia científica**. Porto Alegre: SAGAH, 2019. *E-book*. ISBN 9788595029576. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595029576/>>. Acesso em: 12 out. 2024.

MARCONDES, M.; et al. Observatórios sociais e desigualdades no Brasil: uma análise exploratória e descritiva. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 27, n. 86, 2022.

MARCONI, M.de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MOBLEY, R. K., HIGGINS, L. R.; WIKOFF, D. J. **Manual de Engenharia de Manutenção**, McGrawhill. 8 ed. Nova Iorque, 2014.

MORENGHI, L. C. R. **Modelo de gestão da manutenção baseado em indicadores de desempenho**: um estudo de caso em uma indústria de papel e celulose. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: < [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-18022016145504/publico/Dissert\\_Morenghi\\_LuizCR.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-18022016145504/publico/Dissert_Morenghi_LuizCR.pdf) >. Acesso em: 05 out. 2024.

MUDAU, T. N.; COHEN, J.; PAPAGEORGIU, E. *Determinants and consequences of routine and advanced use of business intelligence (BI) systems by management accountants*. **Information & Management**, v. 61, n. 1, p. 103888, 1 jan. 2024.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de manutenção preditiva**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 1989. E-book. ISBN 9788521217466. Disponível em: < <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521217466/> >. Acesso em: 21 mar. 2024.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo: Universidade Feevale. ISBN 978-85-7717-158-3, 2013.

RÊGO, R. C. D. N. **Efetividade do Power BI como ferramenta potencializadora na gestão do setor de manutenção de uma indústria**: um estudo de caso na indústria de polpa de frutas. 2024. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2024.

RODRIGUES, A. D. L. P. et al. A utilização do ciclo PDCA para melhoria da qualidade na manutenção de *shuts*. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, 2017. v. 9, n. 18, p. 48–70, 2017.

ROMERO, C. A. et al. *Business intelligence: business evolution after industry 4.0*. **Sustainability**, v. 13, n. 18, p. 10026, 7 set. 2021.

SANTOS, B. P. dos. **Estruturação de um ambiente de business intelligence (BI) para gestão da informação em saúde**: a experiência da Secretaria Municipal de Saúde de Palmeirópolis. 2021. 125 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Políticas Públicas) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Gestão de Políticas Públicas, Palmas, 2021.

SELEME, R. **Manutenção industrial: mantendo a fábrica em funcionamento**. Curitiba: Intersaberes, 2015

SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. **Business intelligence e análise de dados para gestão do negócio**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2019. E-book. p.Capa. ISBN 9788582605202. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582605202/>. Acesso em: 27 out. 2024.

SILVA, A. C. PACHECO, R. C. Estratégias de manutenção: uma abordagem prática. **Journal of Industrial Maintenance**, v. 14, n. 2, p. 20-29, 2018.

SOUZA, A. C. de. **Fundamentos da Mecânica Automotiva**. 1. ed. São Paulo: SENAI SP - Editora, 2014.

TANG, X.; LI, C. *Reliability analysis of mining equipment: a case study of a crushing plant at Jajarm bauxite mine in Iran*. **ScienceDirect**, 2016. v. 1, n. 1, p. 145, 246–253, 2016.

THIOLLENT, M. **Action Research and Participatory Research: An Overview**. *International Journal of Action Research*, 7(2), 160-174, 2011.

TELES, J. **Curva PF: o que é e como usar**. Engeteles, 2018. Disponível em: < <https://engeteles.com.br/curva-pf/> >. Acesso em: 9 out. 2024.

VERGARA, S. C. **Metodologia de pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e controle da manutenção**. 6. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda, v. I, 2014.

XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. 1. ed. Rio de Janeiro: EDG, 1998. 302 p.

## APÊNDICE A – Nova base de dados para controle - Parte 1

Carro	Placa	Mês	Bateria	Óleo e filtro	Filtro de ar	Geometria E Balanc.	Consertos	Polimento lataria ex.	Pneus
VERSA 1.6	IZN-7D70	JAN	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	FEV	R\$ -	R\$ 216,20	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	MAR	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	ABR	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	MAI	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	JUN	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	JUL	R\$ -	R\$ 216,20	R\$ -	R\$ 100,00	R\$ -	R\$ 330,00	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	AGO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	SET	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	OUT	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	NOV	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
VERSA 1.6	IZN-7D70	DEZ	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	JAN	R\$ -	R\$ 216,20	R\$ -	R\$ 70,00	R\$ 160,00	R\$ -	R\$ 1.570,88
COROLLA	QQK-1E77	FEV	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	MAR	R\$ -	R\$ 225,40	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	ABR	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	MAI	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	JUN	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	JUL	R\$ -	R\$ 225,40	R\$ 25,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	AGO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 110,00	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	SET	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	OUT	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	NOV	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
COROLLA	QQK-1E77	DEZ	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -

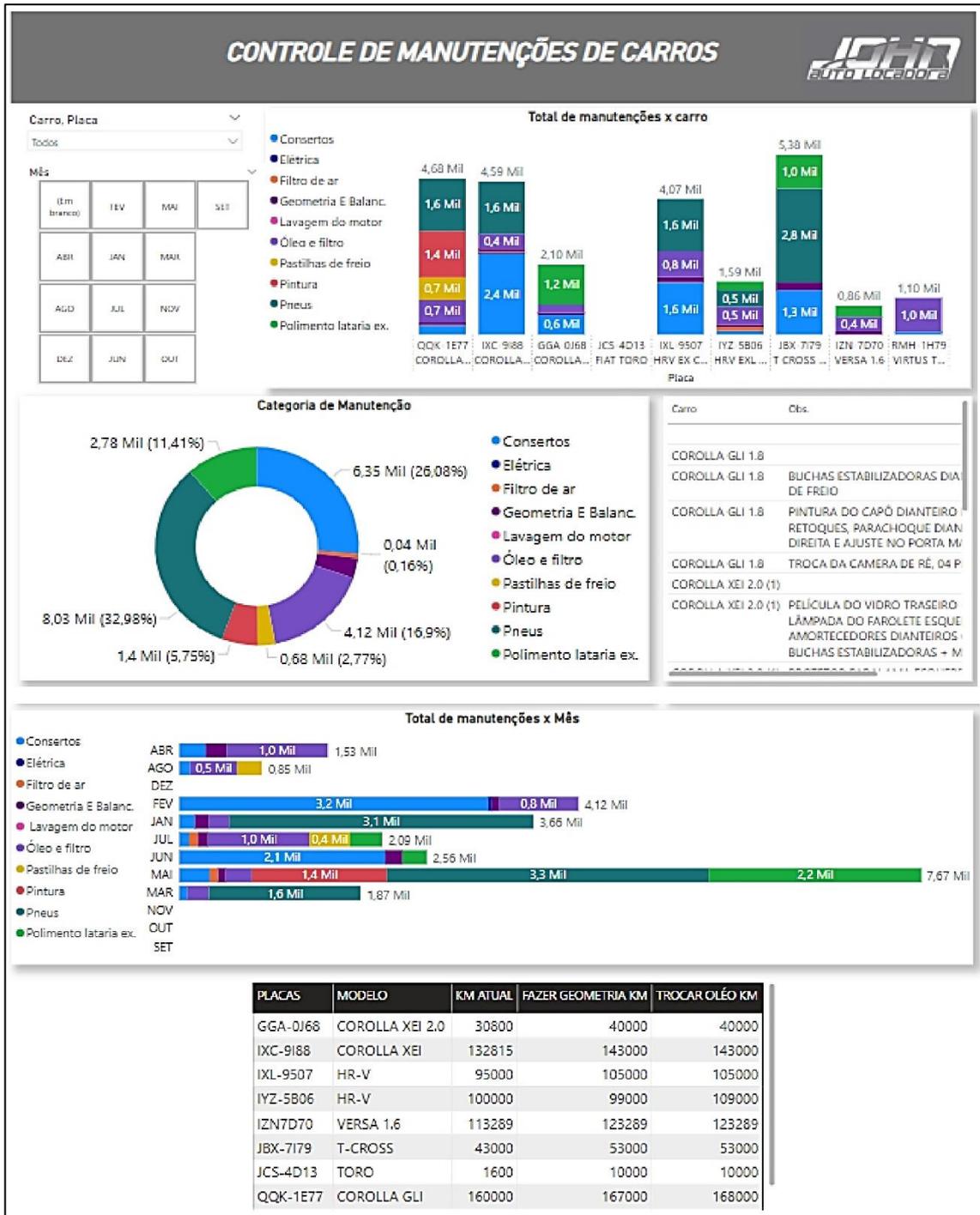
Fonte: Autora, 2024

## APÊNDICE B – Nova base de dados para controle - Parte 2

Pastilhas de freio	Lavagem do motor	Pintura	Elétrica	Obs.
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	TROCA DA CAMERA
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ 1.400,00		PINTURA DO CAPÔ
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ 420,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ 255,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	BUCHAS
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	
R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	

Fonte: Autora, 2024

## APÊNDICE C – Dashboard desenvolvido em Power BI



Fonte: Autora, 2024