



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO - UFMT
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE VÁRZEA GRANDE
FACULDADE DE ENGENHARIA
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

OTÁVIO DANTAS LEAL

**USO DO *BUSINESS INTELLIGENCE* APLICADO A GESTÃO DE
PNEUS DE UMA FROTA PESADA DE UM OPERADOR LOGÍSTICO**

Várzea Grande

2023

OTÁVIO DANTAS LEAL

**USO DO *BUSINESS INTELLIGENCE* APLICADO A GESTÃO DE
PNEUS DE UMA FROTA PESADA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
de Controle e Automação da
Universidade Federal de Mato Grosso.

Orientador: Prof. Me. Daniel Miranda
Cruz

Várzea Grande

2023

L435u LEAL, OTAVIO.

USO DO BUSINESS INTELLIGENCE APLICADO A GESTÃO DE PNEUS DE
UMA FROTA PESADA DE UM OPERADOR LOGÍSTICO [recurso eletrônico] /
OTAVIO LEAL. -- Dados eletrônicos (1 arquivo : 56 f., il. color., pdf). -- 2023.

Orientador: Daniel Miranda Cruz Cruz.

TCC (graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade
Federal de Mato Grosso, Instituto de Engenharia, Várzea Grande, 2023.

Modo de acesso: World Wide Web: <https://bdm.ufmt.br>.

Inclui bibliografia.

1. Gestão de pneus. 2. Inteligência de negócios. 3. Análise de dados. I. Cruz,
Daniel Miranda Cruz, *orientador*. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

DESPACHO

Processo nº 23108.041460/2023-90
Interessado: DANIEL MIRANDA CRUZ, JOAO GUSTAVO COELHO
PENA, RODOLFO BENEDITO ZATTAR DA SILVA.

FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA MONOGRAFIA: USO DO BUSINESS INTELLIGENCE APLICADO
A GESTÃO DE PNEUS DE UMA FROTA PESADA DE UM OPERADOR
LOGÍSTICO**

ALUNO(A): Otávio Dantas Leal

Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Mato Grosso (FAENG/CUVG/UFMT), como requisito para a obtenção de grau de bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Aprovada em 07/06/2023.

Nota: 6,0

Esta monografia foi julgada adequada, sendo aprovada em sua forma final pela banca examinadora:

Prof. Me. Daniel Miranda Cruz

Orientador(a)

Prof. Dr. João Gustavo Coelho Pena

Examinador

Prof. Dr. Rodolfo Benedito Zattar da Silva

Examinador



Documento assinado eletronicamente por **DANIEL MIRANDA CRUZ, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 07/06/2023, às 19:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) .



Documento assinado eletronicamente por **RODOLFO BENEDITO ZATTAR DA SILVA, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 12/06/2023, às 11:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) .



Documento assinado eletronicamente por **JOAO GUSTAVO COELHO PENA, Docente da Universidade Federal de Mato Grosso**, em 12/06/2023, às 11:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) .



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufmt.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_a_cesso_externo=0, informando o código verificador **5849696** e o código CRC **4704FC19**.

Resumo

A gestão de indicadores de performance tem sido cada vez mais explorada dentro do âmbito empresarial, devido à gama de benefícios atreladas à sua boa utilização, desta forma tem se surgido diversas maneiras de se explorar os resultados e impactos desta prática. No ambiente de manutenção de frota, especificamente falando de pneus, há um envolvimento muito forte da questão financeira de forma desorganizada, desta forma, é crucial que a relação operacional seja aplicada por trás de certa gestão prévia. Este trabalho teve como objetivo realizar a extração, transformação e visualização de dados relevantes, que darão apoio ao time de gestão de frota tanto na rotina operacional, quanto na tomada de decisão gerencial relacionada à gestão correta dos pneus. Para tal finalidade realizou-se o levantamento dos indicadores a serem analisados através da modelagem de relatórios de gestão de cadastros e aferições para o desenvolvimento de 4 páginas de análises utilizando o Microsoft Power BI. Como resultado observou-se as páginas fornecem uma visão abrangente dos principais indicadores de gestão de pneus, possibilitando tomadas de decisão fundamentadas em dados concretos. A facilidade de acesso às informações relevantes e a análise histórica permitem uma resposta rápida às necessidades de manutenção, resultando em redução de custos e aumento da segurança operacional.

Palavras-chave: Gestão de pneus; Inteligência de negócios,

Abstract

The management of performance indicators has been increasingly explored within the business scope, due to the range of benefits linked to its good use, in this way, several ways have been operated to explore the results and impacts of this practice. In the fleet maintenance environment, specifically speaking of tires, there is a very strong involvement of the financial issue in a disorganized way, therefore, it is crucial that the operational relationship is applied behind some prior management. This work aimed to carry out the management, transformation and visualization of relevant data, which will support the fleet management time both in the operational routine and in the managerial decision-making related to the correct management of the tires. To this end, a survey of the indicators to be analyzed was achieved through the modeling of the registration management report and measurements for the development of 4 analysis pages using Microsoft Power BI. As a result, the pages provide a comprehensive view of the main tire management indicators, allowing decision-making based on concrete data. Ease of access to relevant information and historical analysis allow a quick response to maintenance needs, resulting in cost reduction and increased operational safety.

Keywords: Tire management; *Business Intelligence*, Data Analysis.

Lista de figuras

Figura 1 - Nova etiquetagem dos pneus	22
Figura 2 - Quadrante mágico plataformas e serviços de conteúdo	26
Figura 3 - Fluxograma de desenvolvimento	32
Figura 4 - Áreas de interação das páginas.....	34
Figura 5 - Área de Filtros.....	35
Figura 6 - Cartões Indicadores	36
Figura 7 - Painel de Consulta de Pneu.....	36
Figura 8 - Gráficos de colunas sobre variações	37
Figura 9 - Painel da disposição dos pneus.....	38
Figura 10 - Gráfico de barras de indicadores de por veículo.....	39
Figura 11- Gráfico de pizza de indicadores de CPK.....	40
Figura 12 - Gráfico de colunas de previsão de troca.....	41
Figura 13 - Gráfico de período para previsão de gastos	43
Figura 14 - Gráfico de colunas de Km/mm	43
Figura 15 - Tabela de relação de previsão de trocas	44
Figura 16 - Análise quantitativa de medida de sulco e DOT em criticidade	45
Figura 17 - Análise dos pneus com maior variação de pressão ideal	46
Figura 18 - Análise dos pneus com maior variação entre sulcos	47
Figura 19 - Página de análise gerencial por veículo.....	48
Figura 20 - Análise de CPK por vida e unidade.....	49
Figura 21 - Análise de CPK por modelo	49
Figura 22 - Análise de CPK por marca.....	49
Figura 23 - Análise de CPK por dimensão	50
Figura 24 - Análise de previsão de troca em quantidade e em valor por mês.....	50
Figura 25 - Análise de quilômetros por milímetro	51

Lista de Quadros

Quadro 1 - Custos diretos e indiretos.....	17
Quadro 2 - Custos fixos e variáveis.....	18
Quadro 3 - Média de preços dos pneus	31

Lista de Abreviaturas e Siglas

BI	<i>Business Intelligence</i>
NBR	Norma Brasileira
ETL	Extrair, transformar e carregar
OLs	Operadores logísticos
ABOL	Associação Brasileira de Operadores Logísticos
SETCESP	Sindicato das empresas de transporte de SP
FABET	Fundação Adolpho Bósio de Educação no Transporte
KPIS	<i>Key Performance Indicator</i>
NHTSA	<i>National Highway Traffic Safety Administration.</i>
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
ABREPI	Associação brasileira de empresas de reciclagem de pneus inservíveis
UE	União Europeia
DOT	<i>Department of Transportation</i>
ABR	Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus
CPK	Custo por Km

Sumário

1	Introdução	12
1.1	Justificativa	13
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivo geral.....	14
1.2.1.2	Objetivos específicos	14
2.0	Referencial Teórico	15
2.1	Tipos de manutenção.....	15
2.2	Classificação de custos de uma frota.....	17
2.3	Desgaste de um pneu	19
2.4	Relação pneu meio ambiente e segurança.....	20
2.5	Abordagem da visão de custo com pneus de um operador logístico	23
2.6	Banco de dados	24
2.7	Ferramentas de Business Intelligence	25
2.7.1	Power B.I	28
3.0	Metodologia.....	30
3.1	Classificação de pesquisa.....	30
3.2	Ambiente de estudo	31
3.3	Métodos de trabalho	31
3.4	Levantamento de requisitos	32
3.5	Bases de dados	33
3.6	Páginas de Visualizações	34
3.6.1	Página gerencial de pneus	35
3.6.2	PÁGINA OPERACIONAL DE VEÍCULOS	37
3.6.3	Página de custo por KM (CPK)	39
3.6.4	Página de previsão de troca	40
4.0	Resultados e análise dos dados.....	44
5.0	Conclusão	52
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1 Introdução

Gestão de frota tem sido um tema em ascensão ultimamente, diversas empresas especialistas em “cuidar” da frota tem surgido e cada vez mais estão ganhando espaço no mercado. Como clientes em potencial, destaca-se o setor de operadores logísticos (OLs). Em 2019 havia aproximadamente 275 OLs, no Brasil, a receita bruta operacional total desse universo chegou a quase 102 bilhões no ano e a geração de postos de trabalho bateu o valor aproximadamente 1,5 milhão no mesmo período (ABOL, 2019). Tais dados nos fazem ter noção da importância de uma gestão de frota bem aplicada.

A manutenção de uma frota é componente fundamental por tratar-se dos custos com logística de uma empresa, sendo esse pilar ainda mais imprescindível quando se olha para um ativo operacional específico, onde a avaria ou falha acarreta o mal funcionamento ou a interrupção do sistema logístico em questão, que por sua essência, tende a destacar um gargalo que se estende aos demais setores agregados.

Dentre os custos operacionais, relacionados ao transporte logístico, há fatores como abastecimento, manutenção da frota e pneus. Segundo o Sindicato das empresas de transporte de São Paulo (SETCESP), o abastecimento representa 42% e a manutenção dos veículos representa 58% do total de custos variáveis, sendo que os pneus envolvem uma fatia de 23% desse valor, ou seja, observa-se um percentual de gastos, com pneus, dentro do fator de manutenção, muito acentuado (DARIO et al., 2012).

Determinados fatores devem ser considerados no âmbito da gestão de pneus, como por exemplo, é necessário manter as manutenções preventivas em dia, oferecer treinamento aos motoristas, com intuito de integrar conhecimento para a realização de uma direção defensiva preventiva e é importante que seja feita a coleta dos dados relevantes dos pneus, informações estas que auxiliarão no monitoramento e posteriormente na tomada de decisões precisa (FABET, 2019). Em relação aos dados a serem medidos, foram adotados a calibragem a medida de sulco, essas medidas são fundamentais e podem ser rapidamente aferidas e armazenadas.

Hoje em dia, existem diversas formas de instrumentação aplicadas à coleta das variáveis físicas dos pneus. Uma empresa americana desenvolveu um dispositivo que faz o uso da tecnologia de escaneamento 3D, é necessário apenas posicionar o

dispositivo no início da banda de rodagem e percorrê-la de forma completa. Assim o aparato mede a profundidade de até 8 sulcos e, de forma instantânea, fornece um relatório detalhado sobre a situação do pneu, além de, também, armazenar os dados em nuvem. Neste trabalho foi utilizada uma instrumentação mais comum, um aferidor, que possui uma adaptação.

As medições do sulco do pneu e da calibragem, não fazem sentido caso não estejam acompanhadas de alguns apontamentos essenciais relacionados ao veículo e ao próprio pneu. Por exemplo, para chegar ao indicador de custo do pneu por km percorrido, é necessário atrelar as medições do sulco com a quilometragem atual e com o preço do pneu, assim é possível utilizar os lançamentos desses dados ao decorrer do tempo e transformá-los em informações pertinentes para serem utilizadas pelos gestores.

Diante do exposto, este trabalho de conclusão de curso foi realizado buscando responder a seguinte questão de pesquisa: “quais são indicadores relevantes para a mitigação dos custos de manutenção relacionados aos pneus?”.

1.1 Justificativa

No mercado atual, as empresas enfrentam requisitos como competitividade, qualidade, flexibilidade, pontualidade e disponibilidade. Portanto, é fundamental medir os resultados considerando o desempenho operacional (RODRIGUES, 2002). Nesse contexto, reconhecemos a importância de avaliar o custo e o desempenho operacional dos pneus, pois eles representam um investimento valioso na manutenção da frota. É essencial garantir a segurança, que se tornou uma prioridade extremamente importante em várias empresas.

De acordo com Teixeira (2003), a análise de dados é um processo complexo que envolve uma progressão da descrição para a interpretação, buscando a criação de sentido e significado. Pode-se considerar os dados como a matéria-prima e as análises, na forma de informações e indicadores, como nossos produtos. Dependendo da abordagem utilizada, há a possibilidade de obter-se resultados distintos, mesmo partindo de uma mesma base. Isso nos proporciona a oportunidade de gerar infinitas possibilidades de ajuste, controle e monitoramento de uma ou mais variáveis.

Peng (2013) diz que a comparação das medições de profundidade residual dos pneus de veículos pesados aparece como o método mais recomendado para monitorar a dinâmica de desgaste de um pneu em operação, uma vez que esse método se utiliza da medição direta do sulco do pneu, eliminando a necessidade de equipamento ou mão de obra especializada.

Considerando essas questões, a busca pela competitividade está associada à medição e monitoramento de indicadores de desempenho, bem como à segurança das partes envolvidas. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo contribuir para a redução dos custos de manutenção relacionados diretamente às despesas da gestão de pneus. Além disso, busca-se levantar indicadores de desempenho que abordem características mais complexas relacionadas aos pneus e suas condições de operação e uso.

Com isso mostra-se relevante este trabalho, ao elaborar a construção de uma estrutura de análise de indicadores e levantamento de diversas condições relacionadas, trazendo assim uma gama de possibilidades de bons resultados adaptáveis, tudo isso apoiado em mão de obra e em uma instrumentação relativamente compensatória.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Utilizar ferramentas de engenharia e análise de dados para desenvolver um modelo de automação de gestão de indicadores de pneus, com o objetivo de reduzir os custos na área correspondente.

1.2.1.2 Objetivos específicos

Para esse trabalho, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Organizar e padronizar os dados coletados, utilizando o processo de ETL (*Extract Transform Load*) para inserção na ferramenta de análise;
- b) Extrair, da base de dados, informações e indicadores, com foco na análise operacional;
- c) Atuar no retorno dos indicadores para a obtenção de resultados concretos.

2.0 Referencial Teórico

Esta revisão de literatura visa estratificar aspectos relevantes não só ao objetivo do trabalho, mas também busca apoiar-se a pilares de extrema importância tanto para a empresa em que está ambientado o estudo quanto para inúmeras outras empresas que possuem a mesma visão. Serão abordadas questões ligadas a manutenção de frota, de forma mais específica, criando um nicho adequado para o entendimento das informações geradas a partir da gestão de pneus de uma frota pesada, abordando tópicos de *business intelligence* e banco de dados.

Utilizando ferramentas de BI, como os *dashboards* desenvolvidos, é possível consolidar e analisar os dados provenientes do banco de dados, que armazena informações sobre a vida útil dos pneus, histórico de manutenções, desempenho, entre outros. Além disso, ao considerar aspectos de segurança, é possível observar o impacto do desgaste dos pneus na segurança dos motoristas e nos índices de acidentes. A manutenção adequada e a substituição oportuna dos pneus são medidas essenciais para garantir a segurança dos envolvidos nas operações logísticas.

2.1 Tipos de manutenção

Segundo Kardec e Nascif (2021), existem uma gama de denominações para classificação da atuação da manutenção, sendo as mais pertinentes apresentadas a seguir.

- a) Manutenção Corretiva: de acordo com a NBR5462, a manutenção corretiva é decorrente de uma pane, onde se torna necessário recolocar algum item para executar determinada função requerida. Existem dois cenários específicos que desencadeiam uma manutenção corretiva, desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais e ocorrência da falha. Portanto, atuando sempre em correções ou restaurações das condições de funcionamento de algum equipamento ou sistema.

A manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes:

- Manutenção corretiva não planejada: caracteriza-se pela correção de um fato já ocorrido, podendo este ser ou uma falha ou um desempenho inferior

ao previsto, sendo aplicado de maneira aleatória à mercê de um acontecimento não esperado. Esse tipo de manutenção pode resultar em altos custos para a empresa, caso a aleatoriedade do acontecimento não esteja elencada em um plano de manutenção, vindo a causar uma possível perda de produção ou de qualidade de um processo, além de acarretar gastos de manutenção não planejados (KARDEC; NASCIF, 2021).

- Manutenção corretiva planejada: correção de falha por decisão gerencial, sua principal característica é oriunda da qualidade dos dados analisados, relacionados ao acompanhamento do equipamento ou peça em questão. Esse tipo de manutenção tende a ser mais rápida, segura e com menor custo em relação a manutenção não planejada (KARDEC; NASCIF, 2021).
- b) Manutenção preventiva: de forma inversa à política das corretivas, tem-se a manutenção preventiva, que por essência evita a ocorrências de falhas, seguindo um planejamento previamente elaborado. É importante se basear nos dados e recomendações fornecidos pelas fabricantes ao se criar um plano de manutenção preventiva, uma vez que a má utilização dessa técnica pode levar a abertura/reposição prematura de componentes, ocorrência de falhas antes do período previsto, entre outras desvantagens.
- c) Manutenção preditiva: o objetivo principal desse tipo de manutenção é, por meio do acompanhamento de diversos parâmetros, prevenir falhas no equipamento ou peça, entregando uma funcionalidade contínua pelo maior tempo possível. Dessa forma algumas condições que precisam ser satisfeitas para a aplicação das técnicas preditivas, sendo elas:
- Monitorar ou medir o equipamento ou sistema em uso;
 - Análise da viabilidade dessa medição/monitoramento, em função dos custos;
 - As falhas precisam vir de causas que possam ter uma progressão acompanhada por meio de monitoramento;
 - Sistemáticamente, é necessário um programa que realize a análise e diagnóstico desses acompanhamentos (KARDEC; NASCIF, 2021).

2.2 Classificação de custos de uma frota

É preciso definir bem o que são custos fixos e variáveis antes de entrar no assunto de custeio. Esses termos são usados no cotidiano, mas às vezes de forma errada. Para classificar um custo como fixo ou variável é necessário ter um critério de comparação. Em uma empresa, normalmente os custos fixos são aqueles que não mudam com o nível de atividade e os custos variáveis são aqueles que crescem conforme o nível de atividade aumenta (FERNANDES, 2012).

Para um operador logístico, normalmente essa classificação é baseada na distância percorrida, como se a distância em quilômetros fosse a unidade variável. Assim, os custos que não dependem do deslocamento do caminhão são fixos e os custos que mudam conforme a distância percorrida são variáveis. É importante destacar que essa forma de classificar não vale para todos os casos (LIMA, 2001). Neste trabalho, o conceito de fixo e variável sempre terá relação com a distância percorrida, porém pode considerar outras variáveis de negócios em suas bases de cálculo.

Ao estratificar os custos logísticos, mais especificamente com transporte, pode-se analisar 2 divisões com visões interessantes. A primeira diz respeito a custos diretos e indiretos, onde o primeiro tem relação com o âmbito do transporte e o segundo não possui correlação. Abaixo o Quadro 1 aborda isso com mais teor de detalhe.

Quadro 1 - Custos diretos e indiretos.

Custos Diretos	Custos Indiretos
Essa classe abrange todos os custos que têm relação direta com a atividade principal, no transporte são as despesas que são essenciais para a execução do serviço, inclui a maioria dos custos fixos e alguns variáveis. Por exemplo: combustível, óleo, pneus e manutenção.	Não têm relação direta com a atividade principal da logística, no caso do transporte pode-se mencionar as despesas com tecnologia da informação, custos com administração interna entre outras.

Fonte: Baseado em Arbache et al (2007) e Fernandes (2012).

A segunda divisão diz respeito aos custos variáveis e fixos. Os custos fixos são aqueles que não se alteram em função da produção ou do faturamento da empresa, como aluguel, telefone, energia e salários. Esses custos representam uma parcela constante do orçamento da empresa e devem ser pagos independentemente do volume de vendas. Os custos variáveis são aqueles que se modificam em função da quantidade produzida ou vendida pela empresa, como combustível, manutenção e impostos. Esses custos estão relacionados ao uso dos recursos produtivos e ao nível de atividade da empresa (FERNANDES, 2012).

Esta divisão costuma ser, comumente, bastante difundida em empresas do ramo de transporte, uma vez que o custo variável deste segmento tem um grande impacto no demonstrativo financeiro final. Abaixo o Quadro 2 aborda alguns exemplos gerais dessa questão.

Quadro 2 - Custos fixos e variáveis.

CUSTOS FIXOS	CUSTOS VARIÁVEIS
Remuneração do motorista	Combustível
Aluguel do espaço de distribuição	Óleo lubrificante
Custos administrativos	Pneus
Seguro de veículo	Pedágios
Seguro dos equipamentos	Peças, acessórios e material de manutenção
Seguro de responsabilidade Civil facultativo	Mão de Obra para a manutenção dos veículos
IPVA, seguro obrigatório e licenciamento	Manutenção
Depreciação dos veículos	

Fonte: Baseado em Arbache et al (2007) e Fernandes (2012)

Os custos com pneus são uma parte importante dos custos operacionais de uma frota de veículos, pois afetam tanto os custos fixos quanto os variáveis. A gestão de pneus visa otimizar esses custos por meio de técnicas como a escolha correta dos

pneus, o monitoramento da pressão e do desgaste, o balanceamento e o alinhamento das rodas e a reciclagem dos pneus (Silva e Santos, 2018; Oliveira et al., 2019; Souza et al., 2020).

Uma ferramenta que pode auxiliar nessa gestão é o Business Intelligence (BI), que consiste em um conjunto de técnicas e tecnologias que permitem coletar, integrar, analisar e apresentar dados relevantes para a tomada de decisão. O BI pode ajudar a empresa a monitorar o desempenho dos pneus, identificar os fatores que influenciam no seu consumo, otimizar as rotas e as cargas dos veículos e planejar as manutenções preventivas e corretivas.

2.3 Desgaste de um pneu

O desgaste dos pneus em uma frota de veículos pesados é um fator que afeta a eficiência, a segurança e o meio ambiente. Por isso, é importante realizar uma análise periódica do estado dos pneus e adotar medidas preventivas e corretivas para otimizar o seu uso e descarte.

A análise de desgaste dos pneus pode ser feita por meio de indicadores como: profundidade do sulco, pressão interna, temperatura externa, quilometragem rodada, tipo de pavimento e condições climáticas. Esses indicadores permitem avaliar o nível de desgaste dos pneus e identificar possíveis causas e consequências (Peng, 2013)

Algumas das causas do desgaste dos pneus são: sobrecarga do veículo, falta de alinhamento ou balanceamento, velocidade excessiva, frenagens bruscas e curvas fechadas. Essas causas podem gerar um desgaste irregular ou acelerado dos pneus, comprometendo a sua vida útil e aumentando o risco de acidentes e algumas das consequências do desgaste dos pneus são: aumento do consumo de combustível, redução da capacidade de frenagem e tração, emissão de ruídos e poluentes e geração de resíduos sólidos. Essas consequências podem afetar o desempenho econômico, social e ambiental da empresa que opera com a frota (VIPAL, 2019).

Para prevenir ou minimizar o desgaste dos pneus, é recomendável adotar algumas medidas como: seguir as especificações técnicas do fabricante, realizar manutenções preventivas nos veículos, treinar os motoristas para uma condução segura e econômica, monitorar os indicadores de desgaste dos pneus, fazer o rodízio

dos pneus, calibrar os pneus regularmente, escolher os pneus adequados para cada tipo de serviço, reciclar ou reutilizar os pneus inservíveis.

Visto estas condições, é possível inferir que a análise de desgaste em uma frota de veículos pesados é uma ferramenta essencial para garantir a qualidade e a sustentabilidade do serviço prestado. Conhecer as causas e as consequências do desgaste pode ajudar a tomar decisões mais eficazes e responsáveis sobre o uso e o descarte dos pneus, assim como intervir na operação munido dos pontos de tratamento específicos, facilitando o tratamento da causa raiz e auxiliando na tomada de decisão (GONÇALVES et al., 2011)

2.4 Relação, pneu meio ambiente e segurança

Os pneus são produtos essenciais para o transporte de pessoas e cargas, mas também representam um grande desafio ambiental quando se tornam inservíveis. Os pneus inservíveis são aqueles que não podem mais ser usados para sua finalidade original, seja por desgaste, danos ou obsolescência. Estima-se que no Brasil sejam geradas cerca de 450 mil toneladas de pneus inservíveis por ano (SILVA et al., 2011).

No Brasil, a destinação dos pneus inservíveis é regulada pela Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 416/2009, que substituiu a Resolução nº 258/1999. Essa norma estabelece que os fabricantes e importadores de pneus devem coletar e dar destinação adequada aos pneus inservíveis existentes no território nacional, na proporção de um pneu inservível para cada quatro pneus novos comercializados. Além disso, a norma proíbe a importação de pneus usados ou reformados de outros países.

Segundo a Associação Brasileira De Empresas De Reciclagem De Pneus Inservíveis (ABREPI, 2023), as principais formas de destinação dos pneus inservíveis no Brasil são: recauchutagem ou reforma, reciclagem e coprocessamento. A recauchutagem ou reforma consiste em recuperar a banda de rodagem dos pneus usados, prolongando sua vida útil. Essa é uma alternativa econômica e ambientalmente vantajosa, pois reduz o consumo de matéria-prima e energia na produção de novos pneus. A reciclagem consiste em transformar os pneus inservíveis em novos produtos ou matérias-primas para outros fins. Alguns exemplos são: pisos, tapetes, solados, borracha granulada, asfalto-borracha e artefatos de borracha. A

reciclagem também contribui para a redução do impacto ambiental dos pneus inservíveis, pois evita que eles sejam descartados em locais inadequados ou queimados. O coprocessamento consiste em utilizar os pneus inservíveis como combustível alternativo em fornos de cimento ou de outras indústrias. Essa é uma forma de aproveitar o alto poder calorífico dos pneus e substituir parcialmente os combustíveis fósseis tradicionais (NEOMONDO, 2021).

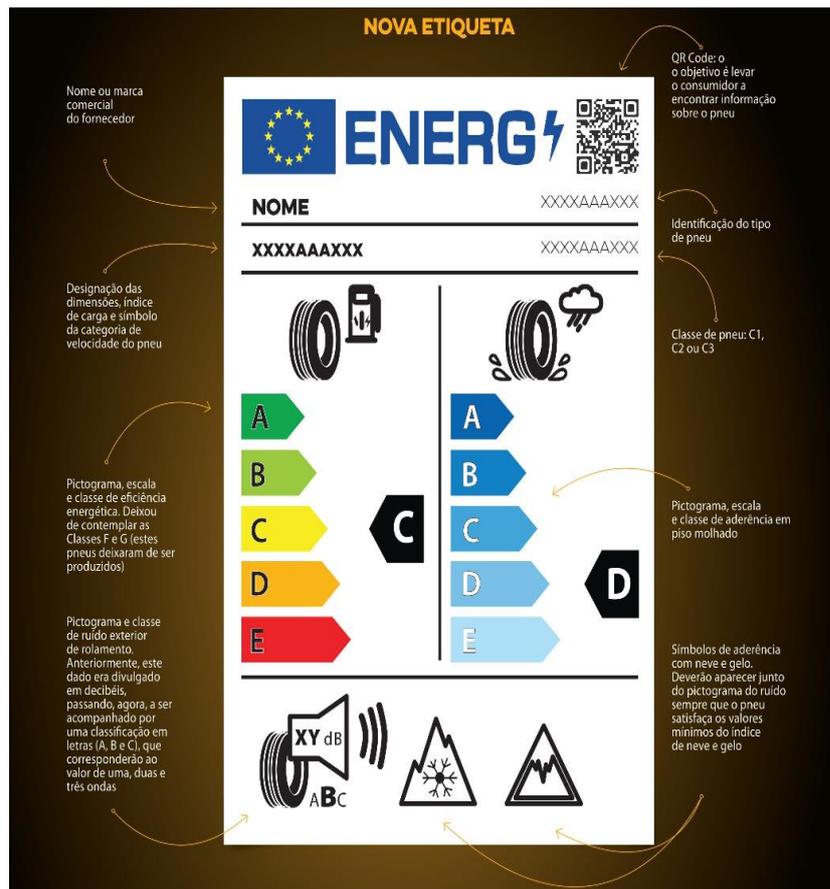
Pode-se afirmar que a relação entre pneus e segurança é crítica para a operação de frotas pesadas. Segundo estudos realizados por pesquisadores do Centro de Tecnologia da Michelin, por exemplo, a manutenção adequada dos pneus pode reduzir o risco de acidentes em até 20% (Michelin, 2014). Além disso, um estudo realizado pelo Departamento de Transporte dos Estados Unidos constatou que a falta de manutenção dos pneus foi responsável por 11% dos acidentes envolvendo caminhões em rodovias (U.S. Department of Transportation, 2001).

Outro estudo, realizado pela Universidade de Warwick, no Reino Unido, destacou a importância da pressão correta dos pneus para a segurança na estrada, mostrando que pneus com pressão abaixo do recomendado aumentam em até 20% a distância de frenagem e aumentam em até 25% o risco de aquaplanagem. Esses dados demonstram a importância da relação entre pneus e segurança, e reforçam a necessidade de adotar práticas adequadas de manutenção dos pneus para garantir a segurança dos motoristas, passageiros e outros usuários da estrada (Warwick University, 2014).

Uma das medidas de padronização que garantem a confiabilidade das características dos pneus, é a etiquetagem dele. A etiqueta obrigatória de pneus pode ser uma importante ferramenta para a escolha de pneus mais seguros e eficientes para os veículos, contribuindo diretamente para a segurança dos motoristas e passageiros nas estradas. As informações fornecidas pela etiqueta permitem uma escolha mais consciente e informada por parte dos consumidores, que podem priorizar não apenas a eficiência energética e o conforto acústico, mas também a segurança na hora de escolher os pneus adequados para cada tipo de operação (Revista dos Pneus, 2019).

A nova etiquetagem de pneus entrou em vigor no Brasil em 29 de setembro de 2021 é um regulamento europeu que visa fornecer aos consumidores informações claras e objetivas sobre o desempenho dos pneus em três categorias: eficiência energética, aderência em piso molhado e ruído externo. Abaixo conseguimos visualizar melhor com um exemplo na Figura 1.

Figura 1 - Nova etiquetagem dos pneus.



Fonte: Revista dos Pneus, pressão alta (2019).

A categoria de eficiência energética avalia a capacidade do pneu de reduzir o consumo de combustível do veículo, com base na resistência ao rolamento. Quanto menor for a resistência ao rolamento, maior será a eficiência energética e, conseqüentemente, menor será o consumo de combustível (REGULAMENTO (UE) 2020/740).

A categoria de aderência em piso molhado avalia a capacidade do pneu de parar o veículo em condições de piso molhado. Quanto melhor for a aderência em

piso molhado, menor será a distância de frenagem e, portanto, maior será a segurança do veículo em condições adversas (REGULAMENTO (UE) 2020/740).

Por fim, a categoria de ruído externo avalia o nível de ruído emitido pelo pneu durante a rolagem, medido em decibéis. O objetivo é reduzir o impacto sonoro do tráfego nas áreas urbanas e proteger o meio ambiente (REGULAMENTO (UE) 2020/740).

Com essa nova etiquetagem, os consumidores podem tomar decisões de compras de pneus embasadas, levando em consideração não apenas o preço, mas também o desempenho em relação à segurança e eficiência energética. A etiquetagem de pneus é obrigatória na União Europeia desde 2012 (REGULAMENTO (UE) 2020/740).

2.5 Abordagem da visão de custo com pneus de um operador logístico

Com a crescente demanda por serviços de logística e transporte de cargas, a gestão de pneus se torna uma questão cada vez mais relevante para os operadores logísticos. Isso porque os pneus são um dos principais componentes dos veículos e representam uma parcela significativa dos custos operacionais.

Segundo uma pesquisa realizada pela Michelin (2014), os pneus representam cerca de 25% dos custos de manutenção de um caminhão e 5% do custo total de propriedade. Portanto, é essencial que os operadores logísticos adotem uma abordagem estratégica para gerenciar seus pneus e minimizar seus custos.

Uma das principais estratégias para reduzir os custos de pneus é o uso de pneus recauchutados. Segundo a Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (ABR), um pneu recauchutado pode custar até 50% menos do que um pneu novo, o que pode gerar uma economia significativa para os operadores logísticos. Além disso, a recauchutagem de pneus é uma prática sustentável, já que reduz a quantidade de pneus descartados e contribui para a preservação do meio ambiente.

Nesse contexto, uma visão de custo se torna fundamental para a gestão de pneus de um operador logístico. É necessário realizar uma análise minuciosa dos custos envolvidos em todo o ciclo de vida do pneu, desde a sua aquisição até o descarte, levando em consideração fatores como a durabilidade, o desempenho, o

consumo de combustível e os custos de manutenção preventiva e corretiva (DARIO et al., 2012).

A partir dessa análise, é possível identificar oportunidades de redução de custos e melhorias no processo de gestão de pneus, como a adoção de pneus mais duráveis e eficientes, a realização de manutenções preventivas programadas e o descarte correto dos pneus no final de sua vida útil. Além disso, a visão de custo pode auxiliar na tomada de decisões estratégicas, como a escolha da melhor fornecedora de pneus, considerando fatores como preço, qualidade e prazo de entrega.

Portanto, a abordagem da visão de custo com pneus de um operador logístico é fundamental para uma gestão eficiente e estratégica de pneus, que contribua para a redução de custos e a maximização da eficiência operacional e financeira da empresa.

2.6 Banco de dados

Bancos de dados desempenham um papel fundamental na área de tecnologia da informação, fornecendo uma estrutura organizada e eficiente para armazenar, gerenciar e recuperar informações. A utilização de bancos de dados tem se tornado cada vez mais relevante devido ao crescente volume de dados gerados pelas organizações. Essas estruturas são projetadas para lidar com uma ampla variedade de informações, incluindo dados estruturados, como números e textos, bem como dados não estruturados, como imagens e vídeos. Através de mecanismos de consulta e recuperação, os bancos de dados permitem o acesso rápido e eficiente aos dados, facilitando a tomada de decisões e a realização de análises (DATE, 2004).

Diversos tipos de bancos de dados estão disponíveis atualmente, cada um com suas características e finalidades específicas. O banco de dados relacional, por exemplo, continua sendo amplamente utilizado na atualidade devido à sua eficácia e flexibilidade. Com base em tabelas relacionadas, esse modelo de banco de dados permite uma estrutura organizada para armazenar informações, garantindo a integridade e consistência dos dados. Sua capacidade de estabelecer relações entre as tabelas facilita a recuperação e manipulação dos dados por meio de consultas SQL. Além disso, o banco de dados relacional é altamente escalável, o que significa que pode lidar com grandes volumes de informações e suportar uma ampla variedade de

aplicações. Com a evolução da tecnologia e a adoção de sistemas de gerenciamento de bancos de dados avançados, o modelo relacional tem se adaptado e se mantido relevante na era da transformação digital (Goya e Puga, 2014).

Atualmente é fundamental a relação colaborativa entre bancos de dados e *business intelligence*. O livro "*The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling*" de Ralph Kimball e Margy Ross destaca esta relação. Ao utilizar a modelagem dimensional, os autores demonstram como os bancos de dados são projetados para atender às necessidades de análise e tomada de decisões das empresas. Através da construção de um *data warehouse*, que é um banco de dados otimizado para consulta e análise de dados históricos, as organizações podem consolidar informações de diversas fontes e transformá-las em conhecimento acionável. Os princípios de modelagem dimensional, como a criação de dimensões e fatos, permitem a estruturação dos dados de forma a facilitar a análise multidimensional e a construção de cubos de dados. Assim, os bancos de dados fornecem a base sólida para a implementação de soluções de *business Intelligence*, permitindo que as empresas extraiam análises valiosas, identifiquem padrões, tendências e tomem decisões informadas para impulsionar o sucesso organizacional.

2.7 Ferramentas de *Business Intelligence*

A importância do BI atualmente é amplamente discutida e documentada em várias bases acadêmicas. Desta forma é possível destacar alguns pontos chave sobre a importância do BI na atualidade.

Um estudo realizado por Chen, Chiang e Storey (2012) enfatiza que o BI desempenha um papel fundamental na gestão estratégica e tomada de decisões nas organizações. Ele fornece uma abordagem baseada em dados para coletar, organizar, analisar e interpretar informações relevantes, permitindo que os líderes e gestores tenham uma visão holística do desempenho dos negócios e identifiquem oportunidades de melhoria.

Considerando que as constantes mudanças que vivemos, de forma a retornar informações de uma atualidade mais recente, Turban et al. (2019) ressalta que o avanço tecnológico e a explosão de dados nas últimas décadas têm impulsionado a

importância do BI. As empresas têm acesso a uma quantidade cada vez maior de informações, provenientes de diversas fontes, como redes sociais, sensores de IoT e transações comerciais. O BI permite que esses dados sejam coletados, processados e transformados em conhecimento acionável, permitindo que as organizações se adaptem rapidamente às mudanças do mercado, identifiquem novas oportunidades e tomem decisões estratégicas com base em evidências.

O relatório anual do Gartner sobre plataformas de análises e BI fornece uma visão abrangente do mercado e destaca as principais ferramentas líderes. Ele avalia as capacidades das ferramentas, a visão estratégica dos fornecedores e a satisfação dos clientes. Na Figura 2 pode-se visualizar o “Magic Quadrant” para plataformas de análises e *Business Intelligence* da Gartner, Inc.

Figura 2 - Quadrante mágico plataformas e serviços de conteúdo



Fonte: Gartner (2022)

De acordo com a Gartner, Inc. (2022). O Quadrante Mágico é uma ferramenta que oferece uma representação gráfica do posicionamento competitivo dos provedores de tecnologia, permitindo tomar decisões de investimento de forma mais

informada. Com base em critérios de avaliação padronizados, o Quadrante Mágico oferece uma visão abrangente dos quatro tipos de provedores de tecnologia em um determinado campo:

- Os líderes são empresas que executam de forma consistente sua visão atual, buscando mudar as regras do mercado. No entanto, ainda há espaço para melhorias em sua execução (Gartner, 2012).
- Os visionários são empresas que possuem uma compreensão clara de para onde o mercado está caminhando ou têm uma visão inovadora para mudar as regras do jogo. No entanto, podem enfrentar desafios na execução dessa visão (Gartner, 2012).
- Os players de nicho são empresas que se concentram com sucesso em um segmento específico do mercado. Por outro lado, existem aqueles que não têm um foco definido e, conseqüentemente, não inovam ou superam a concorrência (Gartner, 2012).
- Os desafiadores são empresas que apresentam bom desempenho atualmente ou podem dominar um segmento considerável do mercado. No entanto, podem não demonstrar uma compreensão clara da direção futura do mercado (Gartner, 2012).

Lima e Junior (2007) investigaram o impacto das ferramentas de *business Intelligence* na área de controladoria, analisando sua contribuição para fornecer informações úteis e confiáveis para o processo decisório. O estudo foi realizado por meio de pesquisa de campo, com foco em um estudo de caso detalhado. Foram conduzidas entrevistas, analisados documentos internos, registros e observações diretas como fontes de evidências. A análise dos dados abrangeu o período de agosto de 2003 a dezembro de 2005, permitindo observar a situação da empresa antes e depois da implementação das ferramentas de BI. Desta forma os resultados indicaram que se torna importante ressaltar que as ferramentas de BI por si só não garantem um aumento nos resultados econômicos da organização. No entanto, é evidente que o recurso de informação é essencial e precisa ser flexível e ágil. Nesse sentido, as ferramentas de BI contribuem significativamente para a harmonização interna da organização, o funcionamento conjunto das áreas em prol dos objetivos definidos pela

alta administração e a disponibilização de informações consistentes e confiáveis para os gestores tomarem decisões assertivas.

2.7.1 Power B.I

Segundo Reddy et al. (2019), o *Power BI* é uma ferramenta de BI amplamente relevante no cenário empresarial atual. Ele desempenha um papel crucial no auxílio às empresas de *marketing*, finanças e transporte na análise de dados e na geração de *insights* estratégicos. Com suas capacidades avançadas de coleta, transformação e visualização de dados, o *Power BI* permite que as organizações desses setores compreendam melhor o desempenho de suas operações, identifiquem tendências de mercado e tomem decisões informadas.

No que diz respeito às vantagens, o Power BI oferece diversos benefícios para as empresas de *marketing*, finanças e transporte. Em primeiro lugar, sua capacidade de conectar-se a uma ampla variedade de fontes de dados, incluindo bancos de dados, arquivos locais e serviços em nuvem, proporciona uma visão abrangente dos dados relevantes. Além disso, o *Power BI* oferece uma interface amigável e intuitiva, permitindo que usuários com diferentes níveis de habilidade possam criar painéis de controle e relatórios interativos com facilidade. Por fim, o Power BI oferece recursos avançados de visualização de dados, como gráficos interativos e mapas, permitindo uma compreensão mais aprofundada das informações e facilitando a identificação de oportunidades de negócios e melhorias operacionais (REDDY et al., 2019).

A pesquisa de Costa (2023), propõe o desenvolvimento de um modelo digital baseado no software Microsoft Power BI para analisar dados de desempenho e confiabilidade de uma frota de caminhões de mineração. O modelo utiliza indicadores-chave de desempenho e histórico de manutenções para fornecer informações adicionais por meio de ferramentas estatísticas e matemáticas. O objetivo é fornecer informações mais detalhadas sobre o desempenho dos caminhões de mineração, auxiliando a equipe de gestão e planejamento de manutenção na tomada de decisões estratégicas com base em uma visão analítica e alinhada com os preceitos de excelência na indústria de mineração. Costa (2023) conclui que modelos matemáticos para análise de confiabilidade de manutenção possuem limitações pois são representações simplificadas de sistemas complexos, e sua eficácia depende da

precisão das suposições feitas durante o desenvolvimento do modelo. De acordo com os resultados analisados, pode-se inferir que, o processo de gestão da performance através do B.I permite compreender falhas individuais, e faz com a informação chegue, de forma dinâmica e acessível, ao time da ponta.

Com posse dessas informações é possível entender o cenário teórico por trás do estudo, destacando-se principalmente as ponderações relacionadas à segurança, custo e às características de todo o fluxo de análise dos dados. A seguir iremos adentrar na metodologia empregada nesta pesquisa, apresentando a abordagem e os procedimentos utilizados para coleta, análise e interpretação dos dados. Serão delineados os métodos de pesquisa, as etapas do fluxo completo, bem como a descrição dos instrumentos e técnicas de análise utilizados.

3.0 Metodologia

Esta seção é dedicada para a apresentação do delineamento da pesquisa.

3.1 Classificação de pesquisa

Este trabalho de conclusão de curso, tem a finalidade de desenvolver conhecimentos para uma solução prática, voltada para um transportador logístico, com foco em uma frota de veículos pesados. Pode-se classificá-lo, quanto à sua natureza, como uma pesquisa aplicada (PRODANOV E FREITAS, 2013).

Ao partirmos para o ponto de vista da abordagem utilizada, este estudo é especificado como quantitativo. Segundo Zanella (2011), o método quantitativo, preocupa-se com a medição objetiva e a quantificação dos resultados, utilizando uma pequena parcela de uma população para construção de um estudo generalizado dos dados a respeito dela. Visto isso, o presente, busca atuar sobre um problema baseado na avaliação de uma teoria, teoria essa, que requisita determinado padrão de dados constituídos em variáveis, que por sua vez, são mensuráveis numericamente e analisadas estatisticamente (KNECHTEL, 2014).

Em relação aos objetivos, pode-se especificar esta pesquisa como exploratória, uma vez que, ela tende a fomentar o problema, a fim de torná-lo mais explícito com a intenção de trabalhar na construção de hipóteses. Essa caracterização pode ser bastante flexível e o levantamento das bases de materiais pode ocorrer de diversas maneiras, mas de forma geral envolve, levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências ligadas ao assunto e análise de exemplos que estimulem a compreensão, sendo este último, provavelmente, a maneira mais explorada neste projeto (GIL, 2017).

Por fim, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, predomina-se uma pesquisa experimental, caracterizada no presente trabalho. Segundo, Prodanov e Freitas (2013), esse procedimento, tem por sua principal característica, a seleção de variáveis e a definição das formas de controle e de observação, para análise dos efeitos resultantes.

3.2 Ambiente de estudo

Os dados abordados, as características e todo o embasamento desse trabalho, são baseados no ambiente de um operador logístico de bebidas, do estado de Mato Grosso, atuando em específico sobre uma frota média de veículos pesados que se divide entre caminhões do tipo vuc, toco, truck e bitruck, além das carretas. Em relação a distância percorrida, vai-se limitar à análise dos dados de viagens urbanas e de viagens interioranas de curta e média distância.

A escolha desse ambiente de estudo partiu, primeiramente, da premissa de um aspecto da operação, a fidelização da região de rodagem dos veículos, que é relativamente pouco variável, sendo essa, uma configuração que diminui a mudança constate de aspectos influenciadores diretamente ligados ao desempenho e desgaste do pneu, facilitando, dessa forma, a predição e controle dos indicadores a serem apurados.

Uma frota pesada, apresenta uma quantidade significativa de pneus, se comparado a uma frota leve, além disso, pode-se levantar que os pneus dos caminhões tendem a apresentar custos bem mais expressivos, essa seria segunda premissa de relevância para a escolha dessa ambientação. A visão desse comparativo pode ser relacionada no Quadro 3.

Quadro 3 - Média de preços dos pneus

Modelo do Pneu	Tipo de Frota	Média de Preço (R\$)
275/80 R22.5	Pesada	1.602,00
295/80 R22.5	Pesada	2.058,07
235/75 R17.5	Pesada	1.004,66
275/70 R17.5	Pesada	1.152,21
175/65 R14	Leve	415,06
185/60 R14	Leve	339,33

3.3 Métodos de trabalho

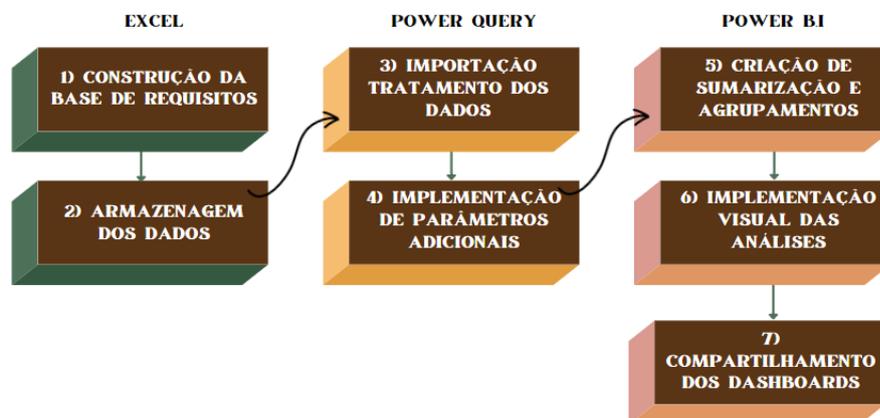
A coleta dos dados desse projeto é feita através de uma plataforma de terceiro, que possui contrato de vínculo para a gestão completa dos pneus da frota alocada na empresa, neste aplicativo são incluídos todos os dados de cadastro referentes aos pneus, a posição de cada pneu inserido no veículo, o histórico de troca e rodízio de

pneus, as manutenções, recapagens e ocorrências em geral relacionadas a vida do pneu e por fim o objeto principal do estudo, as medições mensais das variáveis de sulco residual e calibragem de cada pneu ativo na frota.

A partir dos dados consolidados na base, inicia-se o processo de transformação de dados, que foi realizado por meio de um *software* de engenharia com foco em análise de dados, o *Power B.I.* Nessa etapa, estratificamos a base de dados e analisamos individualmente as variáveis, definindo quais tabelas e colunas eram pertinentes e estabelecendo os parâmetros e padrões de cada uma delas, com o intuito de facilitar a análise generalizada desses dados.

Com a base bem definida e os dados padronizados, inicia-se o carregamento da análise, nesta etapa, focaremos diretamente em nossas tabelas, estabelecendo os relacionamentos entre elas e construindo a estrutura para a coleta de informações. Esses dados serão aplicados na visualização dos nossos indicadores estáticos e dinâmicos, proporcionando uma análise completa e eficiente. Abaixo apresenta-se o fluxograma correlacionando as ferramentas utilizadas ao fluxo de desenvolvimento do projeto na Figura 3.

Figura 3 - Fluxograma de desenvolvimento.



Fonte: Autor.

3.4 Levantamento de requisitos

Este trabalho surgiu da necessidade de acompanhamento dos indicadores relacionados ao setor de gestão de frota. Dentre as necessidades apontadas pelo time, a maior lacuna estava presente na parte de gestão de pneus, onde tem-se uma operação às cegas, sem informações centralizadas.

Segue uma lista com os maiores problemas e os principais indicadores pontuados pelo time:

- Quantidades de pneus (com segmentações de status, veículo, unidade, entre outras).
- Pneus abaixo do sulco mínimo.
- Pneus com DOT (indicar o desempenho e a qualidade de um pneu) vencido.
- Informações gerais das características e status dos pneus.
- Variação entre aferições de pressão e de medida de sulcos.
- CPK (métrica que avalia o custo total associado ao uso de um pneu ao longo de sua vida útil).
- Previsão de troca.

3.5 Bases de dados

O aplicativo de acompanhamento utilizado pela empresa armazena diversos dados de registros e segmenta-os em relatórios. Após um levantamento de requisitos realizado com o time de gestão de frota, foi possível identificar as principais informações necessárias para a construção dos *dashboards*. Foram selecionados 5 relatórios essenciais, sendo eles:

- Análise por placa: Relatório que possui o agrupamento das informações dos pneus presentes em cada veículo.
- Dados gerais de aferições: Relatório com o histórico de cada aferição realizada.
- Km rodado por pneu: Relatório com informações sobre o Km rodado de cada pneu.
- Previsão de troca: Relatório com informações relacionadas aos pneus que estão perto de serem descartados por fim de vida útil.
- Resumo geral dos pneus: Relatórios com registros de características e informações variáveis atuais sobre cada pneu.

Estes relatórios são abastecidos diariamente pela equipe de ponta, com operações como cadastramento, alteração e aferição dos pneus. A plataforma oferece uma área para a extração dos relatórios personalizados, podendo o usuário filtrar o resultado da extração por unidade e data.

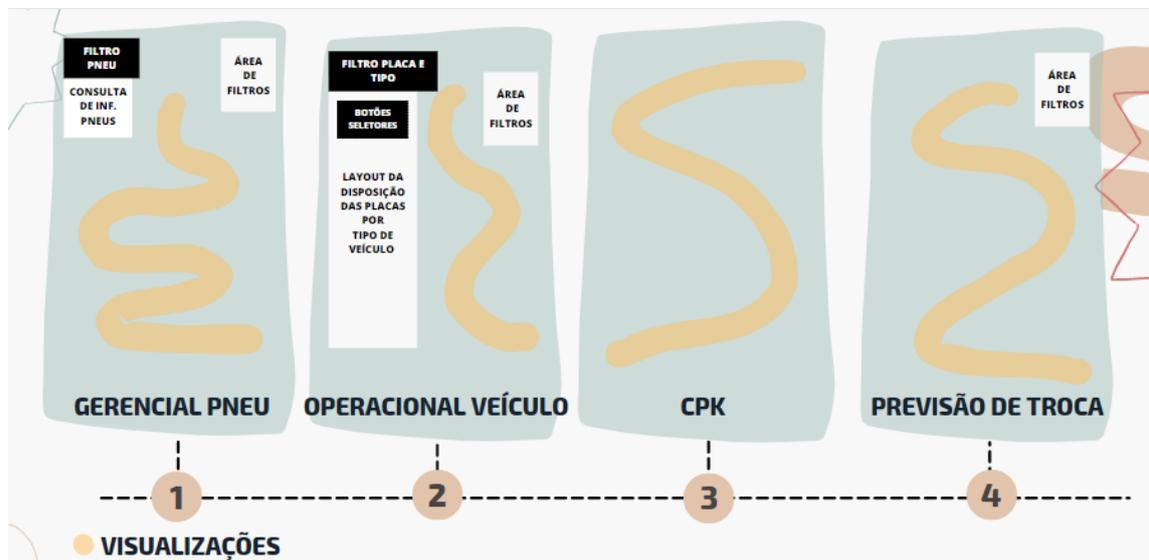
Para este projeto, trabalharemos com dados entre os períodos de começo de 2019 até meados de 2023, também utilizaremos dados apenas de três unidades, Cuiabá, Goiânia e Rondonópolis.

Os relatórios precisam ser extraídos sempre que haja a necessidade de visualizar os dados atualizados. Os dados serão armazenados de forma local, utilizando o Excel como banco de dados.

3.6 Páginas de Visualizações

A solução desenvolvida utiliza o Power B.I como ferramenta de tratamento e análise dos dados e conta com 4 grandes pontos de visão, cada página é responsável por agrupar, em níveis gerencias maiores ou estratificar, nos menores níveis operacionais, os principais indicadores da gestão, assim também como as principais informações e *status* atuais das condições de operação dos pneus e dos veículos. A Figura 4 apresenta uma demonstração das áreas de interação por filtros e ocupação por visuais do projeto.

Figura 4 - Áreas de interação das páginas.



Fonte: Autor.

3.6.1 Página gerencial de pneus

Com um nível gerencial maior, esta página nos retorna algumas informações importantes sobre indicadores críticos para a operação, como quantidade de pneus com medida de sulco abaixo da recomendação mínima, quantidade de pneus com DOT vencido, nesse caso por meio de regras de negócios internas, será considerado vencido um pneu com mais de 5 anos da data de fabricação encontrada no DOT e variações entre as medidas de pressão ideal e aferidas, assim também como variações entres os sulcos de um mesmo pneu. Ela possui uma área de filtros possibilita uma consulta dinâmica, facilitando a análise e a comparação dos dados,



Fonte: Autor

permitindo que os usuários identifiquem tendências e oportunidades de melhoria.

Figura 5 - Área de Filtros.

De forma resumida, os filtros de marca modelo e tipo apresentam as segmentações das características básicas dos pneus, a segmentação de unidade apresenta as cidades onde estão alocados e a segmentação de *status* apresenta a seguinte amostragem:

- Status
 - Em_Uso: Pneus alocados em um veículo e em operação.
 - Estoque: Pneus em estoque, sem alocação em veículo.
 - Descarte: Pneus descartados, fora de operação.
 - Análise: Pneus com criticidade de operação identificada

Figura 6 - Cartões Indicadores.



Fonte: Autor.

Nos elementos visuais da análise, de início, tem-se a quantificação de dois indicadores principais, relacionados à operação e segurança: o número de pneus com sulco abaixo do mínimo e o número de pneus com DOT vencido. O visual mais adequado para estes termos é o cartão como pode-se observar na Figura 6. Os cartões inseridos quantificam duas informações importantes, primeiramente, quantos pneus estão com sulco abaixo de 3 mm (medida mínima para operação vigente, o sulco mínimo permitido por lei é 1,6mm) e logo após a quantidade de pneus que estão com o DOT vencidos.

É importante que o usuário consiga ter visibilidade dos dados e do *status* dos pneus individualmente, visando a intervenção rápida para alguma questão que venha a surgir. Desta forma o visual da Figura 7 foi criado de forma a funcionar dentro da página gerencial, porém sem interagir com o restante dos elementos. Este visual foi construído a partir de um cartão de linha múltipla, que permite alocarmos diferentes informações de bases distintas.

Figura 7 - Painel de Consulta de Pneu.

The screenshot shows a 'PNEU' panel for unit 'PG22'. It displays the following information:

Goiânia <i>UNIDADE ALOCADO</i>	***5074 <i>PLACA</i>
09/03/2023 17:1... <i>ÚLTIMA AFERICÃO</i>	Pirelli <i>MARCA</i>
FR01 <i>MODELO</i>	275/80 R22.5 <i>MEDIDAS</i>
Vipal - DVRMB <i>BANDA APLICADA</i>	EM_USO <i>STATUS</i>
2ª Vida <i>VIDA ATUAL</i>	TEE <i>POSICÃO</i>
8,71 <i>MENOR SULCO (mm)</i>	106 <i>PRESSÃO ATUAL (PSI)</i>
2017 <i>Ano Dot</i>	40 <i>Semana DOT</i>

Fonte: Autor.

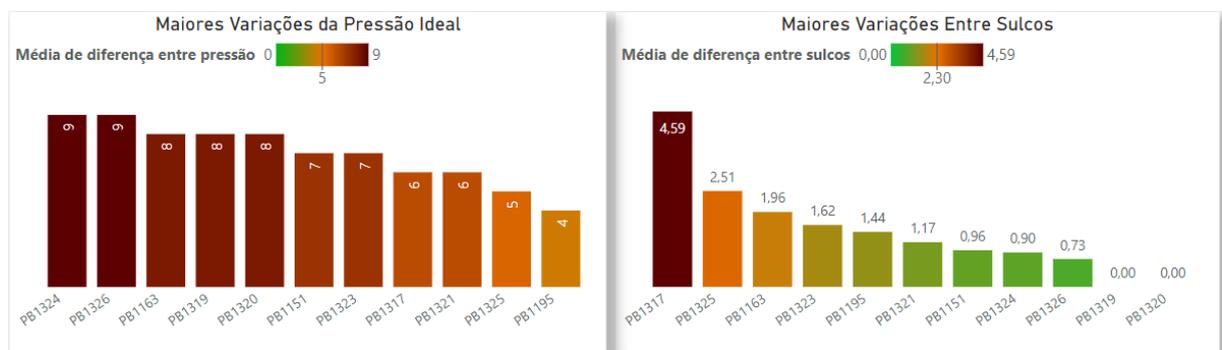
Neste painel encontra-se as informações mais relevantes para a gestão dos pneus dentro da operação. Contém-se o dado da unidade alocada, placa e posição em que o pneu se encontra mobilizado, informações do fabricante como medida, modelo, banda, semana e ano do DOT e por fim dados em destaques operacionais como data e valor do menor sulco da última aferição, assim como o valor da calibragem e o indicador de status do pneu.

Existem duas variações interessantes que podem ser calculadas através das aferições mensais, são elas a variação de sulco e a de pressão. A memória de cálculo dessas duas medidas funciona da seguinte forma:

- Variação de pressão: Diferença entre a última aferição de pressão e a pressão ideal para o modelo do pneu (já cadastrado na base)
- Variação de Sulcos: Diferença entre o valor do maior e do menor sulco aferidos.

Na figura 8, há o exemplo de dois gráficos de colunas, onde conseguimos elencar de forma classificada essas variações de cada pneu.

Figura 8 - Gráficos de colunas sobre variações.

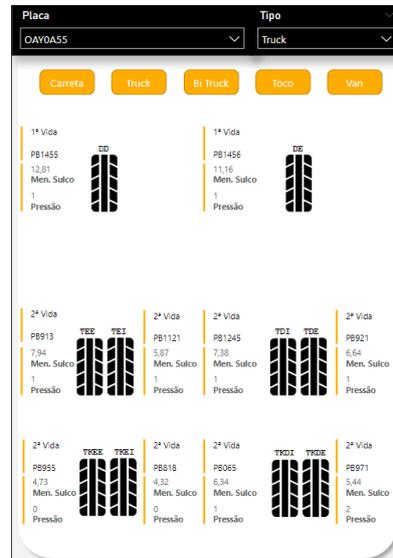


Fonte: Autor.

3.6.2 PÁGINA OPERACIONAL DE VEÍCULOS

Com um nível de detalhamento mais específico, a página de veículos apresenta um aspecto mais voltado para a operação diária. Nesta página, é possível ter fácil acesso a indicadores essenciais de forma a analisá-los através do veículo em que estão aplicados. A seguir, na Figura 9 é exibido o painel da disposição dos pneus.

Figura 9 - Painel da disposição dos pneus.



Fonte: Autor.

O painel ilustrado acima tem como objetivo apresentar as informações de vida, menor sulco, pressão e código de cada pneu, de acordo com o *layout* do veículo selecionado. Ele possui duas segmentações de dados, uma para o tipo de veículo e outra para a placa. Essa divisão permite que sejam filtradas informações específicas de apenas uma placa, facilitando a organização dos dados dos pneus correspondentes. Além disso, o painel conta com botões para a modificação do *layout* dos pneus de acordo com o tipo *layout* correspondente, sendo cinco opções disponíveis: *carreta*, *truck*, *bi truck*, *toco* e *van*. Acima de cada ilustração de pneu, tem-se a representação de forma abreviada da posição do pneu no veículo e ao lado de cada uma, as informações representadas em cartões.

Um conjunto de cartões foi desenvolvido para exibir as quantidades de pneus alocados em uma placa de forma instantânea. Esses cartões mostram a quantidade de pneus regulares, aqueles que necessitam de recapagem e a quantidade de pneus com *status* de atenção. Adicionalmente, a seção esquerda dos cartões apresenta a quantificação dos pneus de primeira, segunda e terceira vida.

Como mostrado na seção anterior, há um painel de cartões para a quantificação de indicadores de sulco mínimo e de DOT vencido, de forma geral estes cartões são dinamizados pelos filtros de segmentação também já apresentados.

Nesta página foram inseridos dois gráficos de barras para retornar estes mesmos indicadores só que de forma a estratificá-los por veículo. A Figura 10 mostra um exemplo.



Fonte: Autor.

3.6.3 Página de custo por KM (CPK)

O Custo por Km (CPK) é uma das principais métricas utilizadas para avaliar a eficiência da gestão de pneus em frotas de veículos. Essa medida é calculada da seguinte forma.

$$CPK = \frac{INVESTIMENTO}{KM RODADO}$$

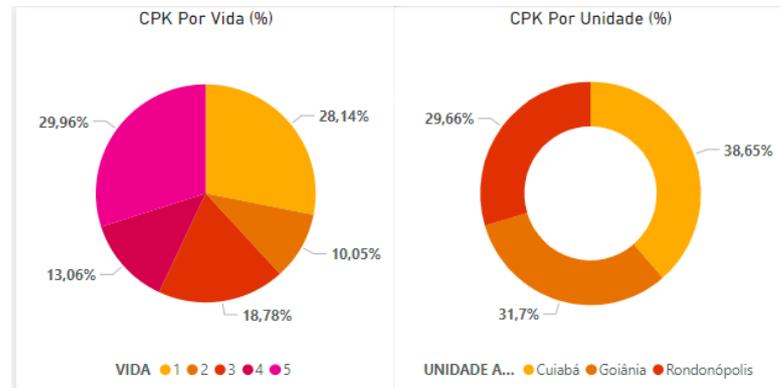


$$CPK = \frac{\text{Preço pneu novo} + \text{preço recapagens}}{KM rodado pneu novo + km recapagens}$$

Em outras palavras, o CPK é o custo médio de um pneu por quilômetro rodado. O CPK permite que os gestores de frota comparem diferentes pneus e diferentes estratégias de gestão de pneus para determinar qual é a opção mais rentável para a frota. Além disso, o CPK pode ser utilizado para identificar áreas problemáticas dentro da frota, permitindo que os gestores tomem medidas corretivas para reduzir os custos (Eusepi, 2015). A Figura 11 apresenta uma forma de representação diferente dos indicadores que foram apresentados até agora, ao invés de trazer o valor sólido do

CPK estes gráficos apresentam a porcentagem relacionada ao valor total de cada setor legendado.

Figura 11- Gráfico de pizza de indicadores de CPK.



Fonte: Autor.

Pode-se observar que, a terceira e quarta vida dos pneus, representam aproximadamente 60% de todo o custo por Km de toda a amostragem utilizada, pode-se observar também que a unidade de Cuiabá apresenta um custo por KM maior do que as unidades restantes, apesar de que os valores são bem próximos.

Ainda nesta página tem-se três gráficos de colunas, ambos trazendo o mesmo resultado, o CPK, porém apresentando aberturas diferentes, sendo elas: modelo, marca e valor. Estes painéis têm o objetivo principal de auxiliar a rápida tomada de decisão através da análise de uma média do custo de km rodado por cada pneu. Esta visão auxiliará futuras compras, direcionando sempre os gestores a adquirirem pneus que se enquadram em categorias com um menor custo e pode auxiliar também na visualização de altos valores de CPK que sejam indicadores de alguma provável intercorrência de um ou mais pneus daquela determinada grupo.

3.6.4 Página de previsão de troca

Utiliza-se uma forma aritmética simples para obter as resoluções de previsão. Um ponto interessante a ser explorado em trabalhos futuros seria a substituição deste modelo por soluções mais tecnológicas, com o objetivo de aumentar a precisão destes cálculos.

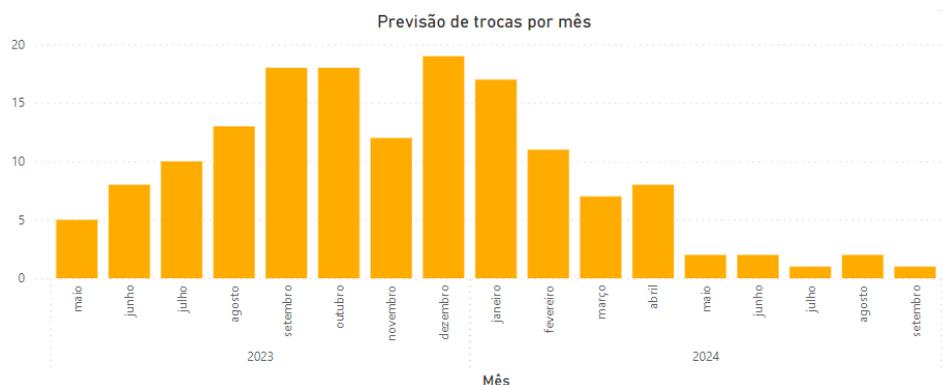
Zhu, et al (2021) desenvolveram um método de previsão da vida útil dos pneus baseado em processamento de imagem e aprendizado de máquina. Um banco de

dados de imagens originais é construído como amostra inicial. As características de textura da imagem do pneu são extraídas usando a matriz de concorrência de gradiente de cinza (GGCM) e o campo aleatório de Gauss-Markov (GMRF), e as características extraídas são classificadas utilizando o classificador K-vizinho mais próximo (KNN). Em seguida, são conduzidos experimentos para prever a vida útil dos pneus de automóveis. Os resultados experimentais são estimados usando a média da precisão média (MAP) e a matriz de confusão como critérios de avaliação. Por fim, é verificada a eficácia e precisão do método proposto para prever a vida útil do pneu.

Uma gestão de previsão de troca de pneus eficiente é fundamental para garantir a segurança das operações logísticas e a redução de custos com manutenção e substituição de pneus. Com um monitoramento adequado dos indicadores de desgaste e vida útil dos pneus, é possível planejar a substituição antes que os pneus atinjam níveis críticos de desgaste, garantindo maior eficiência no uso dos recursos e prevenindo eventuais problemas que possam afetar a segurança das operações logísticas. Além disso, a gestão de previsão de troca de pneus permite uma melhor alocação de recursos para manutenção e substituição de pneus, evitando paradas desnecessárias e maximizando o tempo de operação dos veículos (Chambers; Willis, 2016).

Desta forma, a página de previsão de troca de pneus apresenta três visuais gráficos e um visual de tabela que auxiliam na identificação dos pneus que precisam ser substituídos, permitindo uma gestão mais eficiente das compras e da troca desses pneus. O primeiro gráfico pode ser visualizado na Figura 12.

Figura 12 - Gráfico de colunas de previsão de troca.



Fonte: Autor.

Esse gráfico apresenta a quantidade mensal de pneus que foram mapeados de acordo com o cálculo de previsão de troca. Conseguimos chegar nestes resultados seguindo o memorial de cálculo abaixo.

- 1) Quilômetros por milímetro gasto

$$\frac{Km}{mm} = \frac{\text{Quilômetros percorridos (vida atual)}}{\text{Milímetros gastos (Tam. sulco novo - Tam. sulco atual)}}$$

- 2) Sulco restante para fim de vida útil

$$\text{Sulco restante} = \text{Sulco atual} - 3$$

- 3) Quilômetros restantes para fim de vida útil

$$Km \text{ restante} = \frac{Km}{mm} * \text{Sulco Restante}$$

- 4) Dias restantes para fim de vida útil

$$\text{Dias restantes} = \frac{Km \text{ restante}}{\text{Média de quilômetros percorridos por dia}}$$

- 5) Prazo final para troca do pneu

$$\text{Prazo Final} = \text{Data atual} + \text{dias restantes}$$

Observações importantes para entendimento do cálculo: a média de quilômetros percorridos por dia apresenta um cálculo mais complexo que se baseia em n variáveis que envolvem características da operação e condições do(s) veículo(s) a qual o pneu foi aplicado, este cálculo é feito de forma interna pelo software de gestão e nos é fornecido via relatório. Outro ponto importante é que para questões de segurança via alinhamento interno, o sulco mínimo considerado é de 3 mm (o mínimo permitido por lei é 1,6 mm).

Além desta métrica foi desenvolvida uma visualização interessante por meio de um gráfico de linhas, usando ainda a amostragem mensal e demonstrando, a partir da base de valor de compra, a previsão de gastos com aquisições dos pneus que substituirão os que atingiram o fim de vida útil. Um ponto interessante a se desenvolver para trabalhos futuros seria a aplicação de um algoritmo de aprendizagem de máquina que considerasse todo ciclo de vida dos pneus, levando em consideração questões como quantidade de recapagens, preço de recapagens, se a substituição será mais vantajosa via recapagem ou nova aquisição, considerando o custo-benefício, entre outros aspectos relevantes. Observe a Figura 13.

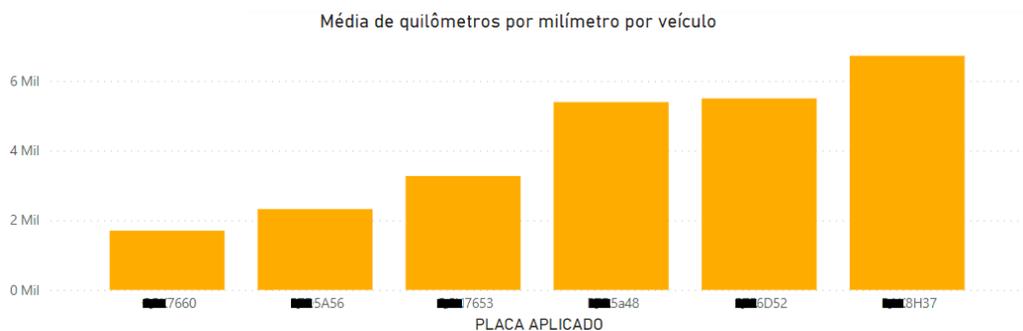
Figura 13 - Gráfico de período para previsão de gastos.



Fonte: Autor.

Já no último gráfico, exemplificado na Figura 14, foi apresentado uma abordagem diferente, uma análise por placa de uma média dos quilômetros por milímetro de todos os pneus alocados no veículo. Esse gráfico tem o objetivo de destacar os veículos com menor quilometragem rodada por milímetro gasto, de forma a acionar os gestores a verificar a motivação do alto gasto de pneus das placas, ou dos pneus críticos.

Figura 14 - Gráfico de colunas de Km/mm



Fonte: Autor

Por fim, a tabela de previsão de troca, que pode ser visualizada na figura 15, esta tabela possui os principais resultados relacionados à previsão de troca dos pneus, relativo a cada pneu, tem-se a placa atrelada, a média de Km/Dia, o menor sulco aferido, o km a percorrer restante e o prazo máximo para a troca, os cálculos relacionados a estes indicadores foram explanados mais acima.

Figura 15 - Tabela de relação de previsão de trocas.

COD PNEU	Placa	Média Km/Dia	Menor Sulco	Km a Percorrer	Prazo Max. Troca
PB1277	RAK9C14	133,00	3,10	673,83	23/05/2023
PB1310	RAK9D14	137,99	3,10	730,31	23/05/2023
PB1267	QCJ3137	122,26	3,21	1392,92	29/05/2023
PB1301	QCJ3238	117,64	3,23	1252,42	29/05/2023
PB797	QCP9849	27,69	3,20	367,65	31/05/2023
PB1285	QCJ3168	138,09	3,28	1975,39	01/06/2023
PB1265	QCJ3137	124,08	3,33	2072,14	04/06/2023
PB1304	QCJ3238	117,64	3,40	2292,12	06/06/2023
PB1085	RAK9C14	76,09	3,39	2130,98	15/06/2023
PB1266	QCJ3137	122,26	3,63	4350,42	23/06/2023
PB1268	QCJ3137	124,08	3,67	4522,37	23/06/2023
PB783	OBS0I15	36,22	3,86	1354,40	24/06/2023
PB1086	QBA6414	40,72	3,44	1568,49	26/06/2023
PB1292	QBA5784	113,13	3,79	5345,47	04/07/2023
PA333	QBK7630	66,76	5,66	3484,23	09/07/2023
PA435	QBA5804	49,96	4,13	2692,29	11/07/2023
PB820	OBJ1782	36,09	3,80	2006,61	13/07/2023
PB1416	RAZ7F98	77,02	4,47	4804,59	19/07/2023
PB1503	QCV0D95	286,97	6,34	17801,73	19/07/2023
PA339	QBK7630	66,76	6,47	4636,82	26/07/2023
PB1283	QBA5784	113,13	4,15	7948,21	27/07/2023
PB1411	RAZ7F98	77,02	4,57	5486,90	28/07/2023
PB1415	RAZ7F98	77,02	4,57	5577,66	29/07/2023

Fonte: Autor.

Com as informações decorridas neste capítulo, consegue-se entender de forma mais clara o formato deste trabalho e como foi possível chegar-se aos resultados que procederão. A seguir serão descritas as interpretações dos resultados obtidos. Será realizado um exame minucioso dos indicadores de custos de manutenção relacionados aos pneus, evidenciando suas relações com os objetivos propostos.

4.0 Resultados e análise dos dados

Os resultados referentes a este projeto serão apresentados de forma linear, seguindo a ordem de desenvolvimento das páginas citadas na metodologia. Desta forma conseguimos aplicar uma melhor referência dos visuais abordados com as análises a seguir.

De início, na página gerencial de pneus, é utilizado os filtros para segmentação das análises. Foi identificado neste primeiro momento que, dentre todos os pneus em uso, a unidade de Cuiabá possui 8 pneus com medida de sulco abaixo do limite e 23 pneus que estão com DOT vencidos (5 anos de uso). Observe na Figura 16.

Figura 16 - Análise quantitativa de medida de sulco e DOT em criticidade.

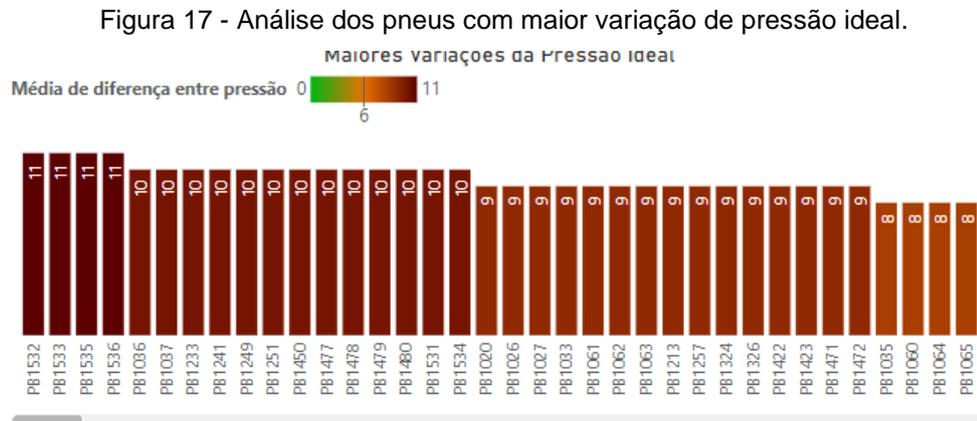


Fonte: Autor.

Desta forma, é recomendado realizar uma inspeção detalhada por meio de métodos profissionais, pelo menos uma vez a cada ano, no pneu para verificar possíveis danos, desgaste excessivo ou outros problemas que possam comprometer sua segurança e desempenho. Recomenda-se que, em casos de pneus com DOT vencido, seja realizada a substituição por pneus novos e dentro do prazo de validade. Isso garantirá uma maior segurança e desempenho adequado do veículo, evitando riscos desnecessários. Além disso, é importante seguir as regulamentações e normas locais referentes à utilização de pneus com DOT vencido, uma vez que podem existir restrições legais quanto ao seu uso em determinadas circunstâncias (NHTSA, 2020).

Seguindo, conseguimos visualizar alguns pneus em criticidade operacional, ainda com a amostragem apenas dos pneus que estão em uso na unidade de Cuiabá. O gráfico abaixo resultou uma quantidade considerável de pneus que estão rodando

com uma alta variação da pressão ideal, considerando aqui neste caso, valores absolutos. Observe a Figura 17 para uma melhor visualização dos dados.

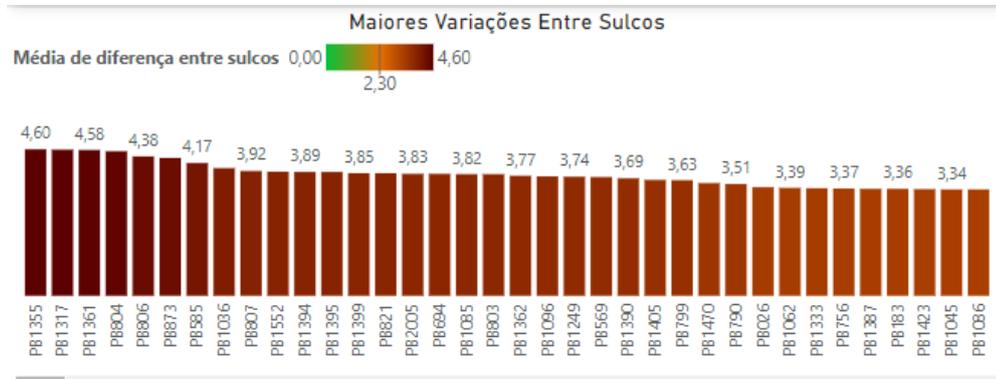


Fonte: Autor.

A operação tem um problema urgente a ser sanado neste ponto, uma vez que quando um pneu está muito acima ou muito abaixo da pressão ideal, isso pode levar a diversos problemas e impactar negativamente o desempenho, a segurança e a durabilidade do pneu. Um pneu superinflado tende a ter uma área de contato reduzida com o solo, o que resulta em menor aderência e tração, aumentando o risco de derrapagens e perda de controle do veículo. Além disso, a superfície de desgaste do pneu pode se concentrar no centro da banda de rodagem, levando a um desgaste prematuro e desigual. Por outro lado, um pneu subinflado tem uma área de contato maior com o solo, o que aumenta a resistência ao rolamento e o consumo de combustível. Além disso, a temperatura interna do pneu pode aumentar, causando um desgaste acelerado e potencialmente levando a danos estruturais. Portanto, é essencial manter a pressão dos pneus dentro dos valores recomendados pelo fabricante, a fim de garantir o desempenho ideal, a segurança e a vida útil dos pneus (Rui et al., 2020).

Por fim, o último gráfico da página, apresentando as variações entre o menor e o maior sulco dos pneus. Abaixo conseguimos extrair os maiores impactos, observando que os pneus PB1355, PB1317 e PB1361 estão no topo da lista.

Figura 18 - Análise dos pneus com maior variação entre sulcos



Fonte: Autor

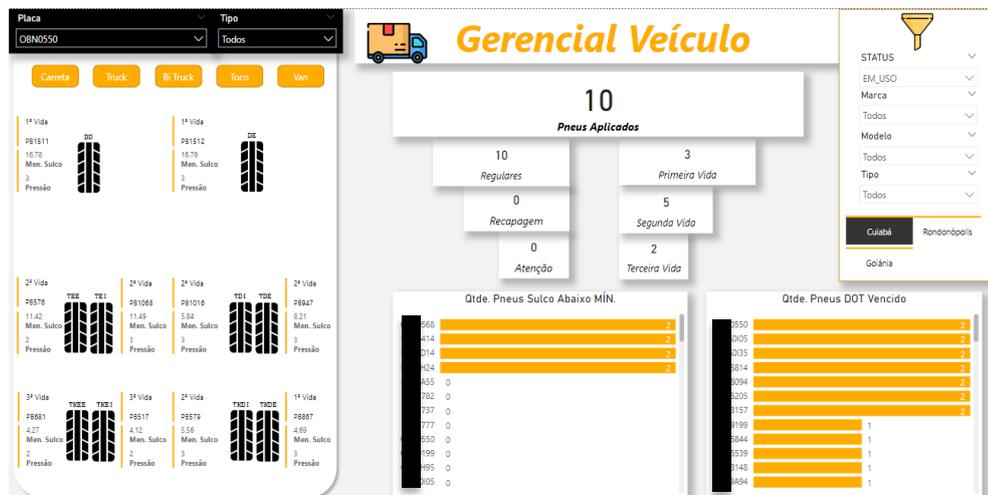
Thompson, et al (2007), mostra que variações excessivas nos sulcos dos pneus podem levar a uma distribuição irregular do peso e da tração, resultando em instabilidade durante a condução, menor aderência ao solo e aumento do risco de aquaplanagem. Além disso, diferenças significativas nos sulcos podem afetar o desgaste dos pneus, resultando em uma vida útil reduzida e maior consumo de combustível. É essencial que estes pneus com alta variação sejam acompanhados de perto de forma a ser detectado a causa raiz do problema.

A página operacional – veículo nos oferece um norte para atuar nos problemas detectados na página anterior, nos retornando um nível de estratificação maior dos dados. Conseguimos direcionar a equipe de manutenção com as informações do veículo atreladas ao problema de cada pneu.

Ainda utilizando apenas os pneus em uso de Cuiabá para filtrar nossa amostragem, conseguimos perceber que as placas de final 0568, 6414, 9O14 e 3H24 são os veículos em que os nossos 8 pneus críticos de medida de sulco estão alocados, além disso, há as placas em que os 23 pneus com criticidade de vencimento de DOT estão alocados. De forma a inferir informações mais completas, conseguimos tirar dos visuais de cartões que o veículo de placa final 0550 possui 10 pneus aplicados, sendo destes todos regulares e nenhum mapeado como atenção ou recapagem. Pode-se observar também que destes, 3 pneus estão ainda com primeira vida, 5 na segunda vida e 2 na terceira.

Mais à esquerda há o visual de layout do veículo, deste conjunto de informações percebe-se de forma rápida que o veículo em questão está com todos os pneus com uma considerável variação de pressão. Outro ponto importante que conseguimos extrair é que dois pneus do mesmo eixo e lado, TDI E TDE, provavelmente contam com uma diferença alta entre a medida dos sulcos, podendo indicar algum problema, que faça com que o pneu de um dos lados gaste mais do que o do outro. Observe um panorama geral da página na Figura 19.

Figura 19 - Página de análise gerencial por veículo

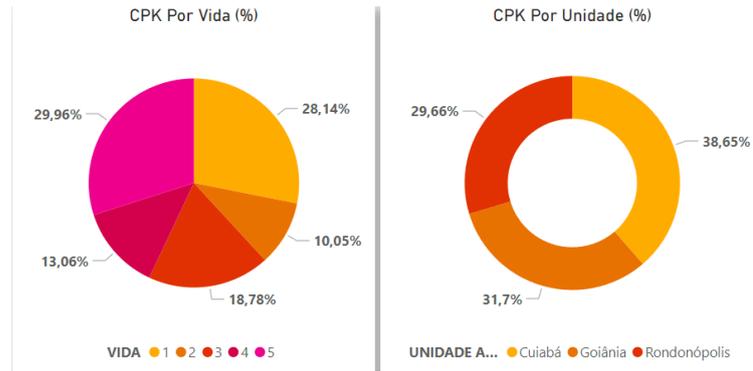


Fonte: Autor

Partindo para a próxima página de resultados, será abordado algumas análises referentes ao CPK dos pneus. Diferente das outras páginas a página de CPK conta com visuais absolutos, ou seja, não possui filtros de nenhum tipo de segmentação, desta forma os resultados apresentados abaixo dizem respeito a toda a amostragem do projeto.

Os gráficos de pizza e de rosca representados na figura acima nos trazem a porcentagem do valor total do CPK da categoria analisada. No gráfico de pizza, os principais impactos de custo por quilômetro se devem pela utilização da primeira e da quinta vida, somando aproximadamente 50% do custo total por quilômetro de toda a operação. Já no gráfico ao lado percebemos que os custos por quilômetro estão bem balanceados ao se tratar de Goiânia e Rondonópolis, porém quando falamos de Cuiabá o valor sobe um pouco e chega a 38,65%. Observe na figura 20.

Figura 20 - Análise de CPK por vida e unidade



Fonte: Autor

Uma análise aprofundada em quesitos operacionais mais complexos como, cultura de dirigibilidade, rotas, temperatura, entre outras, poderia ser realizada para investigar o alto CPK na unidade de Cuiabá.

Ao estratificarmos em níveis mais baixos, há 3 gráficos de colunas para analisar o impacto do CPK em dimensão, marca e modelo dos pneus. Conseguimos analisar isso nas Figuras 21, 22 e 23.

Figura 21 - Análise de CPK por modelo



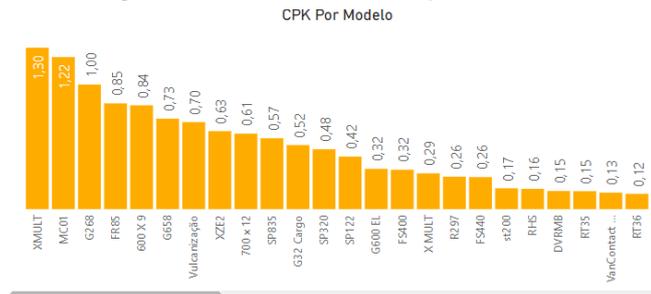
Fonte: Autor

Figura 22 - Análise de CPK por marca



Fonte: Autor

Figura 23 - Análise de CPK por dimensão

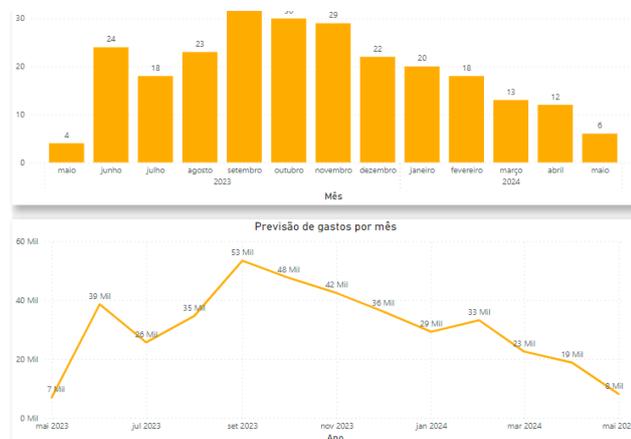


Fonte: Autor

Utilizando destes gráficos chegamos à conclusão de que os pneus de dimensão 195 estão com valores muito altos de CPK em comparação com as outras dimensões, em relação à marca vê-se a Trelleborg como maior impacto e o XMULT E MC01 como principais modelos mais críticos, porém é importante que analisemos estas informações em conjunto com outros dados básicos, por exemplo, na nossa amostragem possuímos apenas um pneu de dimensão 195, desta forma este indicativo cai por terra, uma vez que não há um contingente suficientemente necessário para analisar este resultado. Seria interessante que para trabalhos futuros, fossem aplicadas formatações condicionais que destacassem prováveis determinadores de imparcialidade dos dados.

Por fim, nas análises da página de previsão foram construídos dois gráficos com resultados correspondentes, onde conseguimos a quantidade de trocas previstas para aquele mês e o valor total previsto para a consolidação dessas substituições. Como mostrado na Figura 24.

Figura 24 - Análise de previsão de troca em quantidade e em valor por mês

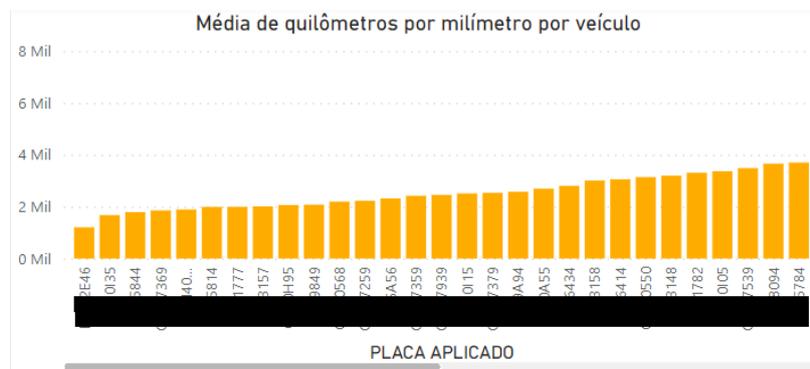


Fonte: Autor

De setembro a novembro há um pico de necessidade de troca de pneus, um montante de 94 pneus em apenas três meses, esta previsão auxiliará a equipe de gestão a direcionar esforços para dividir estas compras de forma mais equilibrada durante o ano para que este montante não estoure os orçamentos mensais ou trimestrais. Esta é uma boa visualização para os gestores, porém uma péssima notícia, é de suma importância que a equipe entenda as motivações deste pico de compra, de modo a prever e impedir que aconteça futuramente.

Para finalizar os visuais gráficos, iremos analisar o impacto do indicador de quilômetros por milímetro. Observe na figura 25.

Figura 25 - Análise de quilômetros por milímetro



Fonte: Autor

As placas de final 2E46 E 0I35 apresentam baixíssimo índice de quilômetros percorridos por milímetro gasto, ou seja, os pneus alocados nesta placa formam uma média muito baixa de Km/mm, o que indica uma ineficiência ou um desgaste prematuro do pneu, ambas questões que devem ser estudadas e analisadas a fundo para descoberta de causa raiz.

Os resultados obtidos neste capítulo indicaram a importância significativa de todo o processo realizado e destacaram como as informações coletadas podem ser extremamente úteis para as partes envolvidas. A análise dos dados revelou *insights* valiosos sobre os indicadores de custos de manutenção relacionados aos pneus, fornecendo uma visão mais abrangente e aprofundada do cenário em questão.

5.0 Conclusão

Após a realização deste projeto, que teve como objetivo principal a criação de quatro *dashboards* para aprimorar a gestão e de pneus em uma frota de uma operadora logística, pode-se concluir que essa solução traz benefícios significativos para a eficiência e o controle operacional da empresa.

Os *dashboards* desenvolvidos proporcionam uma visão abrangente dos principais indicadores relacionados à gestão de pneus, permitindo uma tomada de decisão mais assertiva e embasada em dados concretos. Através das informações fornecidas pelos *dashboards*, a empresa poderá ter uma compreensão mais precisa do desempenho dos pneus em sua frota, identificar problemas recorrentes e implementar medidas corretivas de forma ágil.

Uma das principais vantagens da utilização das páginas de análise é a facilidade de acesso às informações relevantes. Os gestores e demais envolvidos no processo de gestão de pneus poderão acessar os painéis de controle de forma intuitiva e visualizar dados como o desgaste dos pneus, a vida útil restante, custo por quilômetro, entre outros. Isso possibilita uma análise mais precisa e uma resposta rápida às necessidades de manutenção e substituição, contribuindo para a redução de custos e o aumento da segurança operacional.

Outro aspecto importante é a possibilidade de monitorar indicadores-chave ao longo do tempo, permitindo identificar tendências e padrões que auxiliam na elaboração de estratégias de longo prazo. Com a análise histórica fornecida pelos *dashboards*, a operadora logística poderá planejar aquisições de pneus, programar manutenções preventivas e otimizar o uso da frota de forma mais eficiente, visando sempre o melhor desempenho e a minimização de paradas não programadas.

Em suma, a criação dessas quatro páginas tende a representar um avanço significativo no gerenciamento dos pneus da frota da operadora logística. Os resultados obtidos ao longo deste projeto comprovaram a relevância dessa solução para otimizar a gestão de pneus, melhorar o desempenho operacional e alcançar uma maior eficiência econômica.

É fortemente recomendado a adoção dos *dashboards* como uma ferramenta estratégica para a gestão de pneus, bem como a busca constante por atualizações e

aprimoramentos que possam tornar essa solução ainda mais completa e alinhada com as necessidades da operadora logística.

5.1 Trabalhos futuros

Para projetos futuros, foram mapeados alguns pontos. O primeiro seria a implementação de algum modelo de aprendizagem de máquina que utilize o grande contingente de aferições já acumuladas para gerar visuais preditivos de troca de pneus e de gastos mensais. O segundo ponto muito importante a ser implementado em estudos futuros seria o estudo da integração automática, dos dados que são exportados manualmente, diretamente com a ferramenta de análise, eliminando assim a tarefa repetitiva de atualização de dados manual. E por fim, o contínuo ciclo de estruturação e revisão do projeto, alinhando novos indicadores ou visões, removendo aquelas que já não apresentam sentido para o contexto atual, realizando um aprofundamento das análises gerenciais, estratificações operacionais e visualizações, utilizando de métodos nativos ou externos à ferramenta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOL – **Associação Brasileira de Operadores Logísticos**. Disponível em: <<https://abolbrasil.org.br/>>. Acesso em: 01/07/2022.

DARIO, M. **Práticas, indicadores da manutenção e custos na gestão de pneus: estudo em empresa de transportes**, Piracicaba, 2012. Disponível em: <https://iepapp.unimep.br/biblioteca_digital/pdfs/docs/11102013_143049_marcos_da_rio.pdf>. Acesso em: 15/06/2022.

FABET – Fundação Adolpho Bósio de Educação no Transporte 2019. **Gestão de pneus na frota: qual a importância e como fazer um bom controle?** 2019. Disponível em: <<http://www.fabetsc.com.br/gestao-de-pneus-frota/>>. Acesso em: 20/06/2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

KNECHTEL, M. DO R. **Metodologia da pesquisa em educação: uma abordagem teórico-prática dialogada**. 1. ed. Curitiba: Intersaberes, 2014.

PENG, X. 2003. **Effective Factors on Tire Wear**. Institute Of Rubber Industry.

PEREIRA, Caio Clemente e SILVEIRA, Lucas William Lopes. **Importância da gestão de pneus**. Estudo de caso das práticas de manutenções em um operador logístico. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnólogo em Logística. Faculdade de Tecnologia de Jundiaí - “Deputado Ary Fossen”. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Jundiaí. 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo-RS: Feevale, 2013.

RODRIGUES, C. M. T. **Fluxograma do processo de avaliação de desempenho**. Florianópolis: Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2002.

SETCESP - Sindicato das empresas de transportes de cargas do estado de São Paulo. **Manutenção de Frotas no Transporte**. Disponível em: <<http://www.setcesp.org.br/curso-setcesp/>>. Acesso em: 01/07/2022.

TEIXEIRA, E. B. **A Análise de Dados na pesquisa Científica: importância e desafios em estudos organizacionais**. Desenvolvimento Em Questão, 1(2). Disponível em: <<https://doi.org/10.21527/2237-6453.2003.2.177-201>>. Acesso em: 07/07/2022.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de pesquisa**. – 2. ed. rev. atual. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC, 2011. 134 p.: il.

Disponível em: <<https://www.atfcursosjuridicos.com.br/repositorio/material/3-leitura-extra-02.pdf>>. Acesso em: 21/05/2022.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Informação e documentação: Referências**. Rio de Janeiro, 1994.

LIMA, M. **O custeio do transporte rodoviário**. Centro de estudos em logísticas Coppead Rio de Janeiro, 2001.

ARBACHE, Fernando Saba; SANTOS, Almir Garnier; MONTENEGO, Christophe. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. 3ed. Rio de Janeiro. Editora FGV. 2007.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 3ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. OSMAN, I. H.; CHRISTOFIDES, N. Capacitated clustering problems by hibrid simulated annealing and Tabu Search. Int. Transportation Optimization Research. v. 1. n.3. p. 317-336. Elsevier: Great Britain, 1994.

FERNANDES, K. dos S. **Logística: fundamentos e processos**. Curitiba: IESDE Brasil, 2012.

SILVA, A. C. e Santos, R. A. (2018). **Gestão de pneus: estudo de caso das práticas de manutenção preventiva e corretiva em uma empresa de transporte rodoviário de cargas**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 3(9), 5-22.

BEZERRA, C. **Implantação e Uso de Business Intelligence: Um Relato de Experiência no Grupo Provider** - Gestão.org, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/22121/18486>. Acesso em: 10/12/2022

GONÇALVES, M. A. et al. **Gestão de manutenção de frotas de veículos: uma revisão**. Gestão & Produção, v. 18, n. 4, p. 781-799, 2011.

SANTOS FILHO, D. et al. **Gerenciamento de pneumáticos inservíveis (GPI): análise crítica de um caso real**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 14, n. 4, p. 535-544, 2009.

LOPES DOS SANTOS JR., M. et al. **Logística reversa dos pneus usados no Brasil**. Produção Online, v. 11, n. 2, p. 395-415, 2012.

SILVA, M. A.; FERREIRA, J. A.; SANTOS, R. F. **A cadeia de destinação dos pneus inservíveis: o papel da regulação e do mercado na gestão ambiental**. Ambiente & Sociedade, São Paulo , v. 14, n. 2, p. 105-122, dez. 2011 . Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/asoc/a/LTPx7wtmmwSNTq4nNvChyNH/>. Acesso em: 19 mar. 2023.

ABRERPI. **Destinação dos pneus inservíveis: como deve ser feita?** Disponível em: <https://www.abrerpi.org.br/blog/destinacao-dos-pneus-inserviveis-como-deve-ser-feita-215>. Acesso em: 19 mar. 2023.

NEOMONDO. **Qual o destino dos pneus inservíveis no Brasil?** Disponível em: <https://neomondo.org.br/2021/11/23/qual-o-destino-dos-pneus-inserviveis-no-brasil/>. Acesso em: 19 mar. 2023.

Michelin. **"The Michelin Truck Tyre Handbook"**, 2014.

U.S. Department of Transportation. **"Analysis of Heavy Vehicle Involved Crashes"**, 2001.

Warwick University. **"The Effect of Tyre Pressure on Vehicle Fuel Consumption and CO2 Emissions"**, 2014.

Gomes, R. S., de Almeida, M. G., & Junqueira, L. F. (2017). **Impact of maintenance practices on tyre safety in Brazilian trucking companies**. *Journal of Cleaner Production*, 166, 758-765.

Santos, L. F. (2018). **A aplicação do business intelligence na gestão de processos de manutenção: um estudo de caso em uma empresa do setor automotivo**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção), Universidade do Sul de Santa Catarina.

Souza, T. R. **Business intelligence na gestão de pneus de uma frota pesada**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Administração) - Faculdade de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis de Franca.

REVISTA DOS PNEUS. **Pressão Alta**. *Revista dos Pneus*, São Paulo, n. 58, p. 38, set/out. 2019. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/63134042/revista-dos-pneus-58>. Acesso em: 15 abr. 2023.

REGULAMENTO (UE) 2020/740 do Parlamento Europeu e do Conselho Europeu. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0740&from=PT>. Acesso em: 15 abr. 2023.

EUSEPI, G. **Fleet Management and Logistics**. Springer, 2015.

CHAMBERS, J. D.; WILLIS, R. J. **Using predictive modeling to optimize tire maintenance**. In: *Winter Simulation Conference*. IEEE, 2016.

Zhu, Jianchen & Han, Kaixin & Wang, Shenlong. **Automobile tire life prediction based on image processing and machine learning technology**. 2021.

Michelin. **Quanto tempo duram os pneus?** Disponível em <https://www.michelin.com.br/auto/conselhos/troca-de-pneus/quanto-tempo-duram-os-pneus>. Acesso em: 15 abr. 2023.

National Highway Traffic Safety Administration. (2020). **Tire Safety: Everything Rides on It**. Disponível em: <https://www.nhtsa.gov/equipment/tires>.

Rui, J., Ding, N., Shuhui, L., & Guoqiang, L. (2020). **Intelligent Tire Pressure Monitoring System for Safe Driving**. In 2020 IEEE 4th Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC) (pp. 1561-1565). IEEE.

Thompson, G., Van Leeuwen, T., Willson, G., & Duxbury, G. (2007). **Tire tread depth and road safety**. Transport Research Laboratory.

DATE, C.J. **Introdução a Sistemas de Bancos de Dados**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

FRANÇA, Edson; GOYA, Milton; PUGA, Sandra. **Banco de dados: Implementação em SQL, PL/SQL e Oracle** 11g. 1 Ed.: Pearson, 2014. 332 p.

Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). **Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact**. MIS Quarterly, 36(4), 1165-1188.

Turban, E., Sharda, R., Delen, D., & King, D. (2019). **Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support** (11th ed.). Pearson.

Gartner. (2022). **Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platforms**.

Reddy, C.S., Sangam, R.S., Srinivasa Rao, B. (2019). **A Survey on Business Intelligence Tools for Marketing, Financial, and Transportation Services**. In: Satapathy, S., Bhateja, V., Das, S. (eds) Smart Intelligent Computing and Applications . Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 105. Springer, Singapore.

COSTA, George Roncally da Silva. **Manutenção e confiabilidade: um modelo para análise de dados de performance em caminhões de mineração utilizando o power bi**, 2023.

Lima, E. C., & Junior, J. M. (2017). **Business Intelligence aplicado à gestão de custos: Um estudo de caso em uma indústria de confecções**. Revista de Gestão e Projetos, 8(1), 81-102.

VIPAL. Guia de Danos e Desgaste. 2019. Disponível em: <https://vipal.com/download/download-28-vipal-guia-de-danos-e-desgastes-carga-2019-port-web.pdf>. Acesso em: 08/06/2023.