

PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA E SEU IMPACTO NA DISPONIBILIDADE OPERACIONAL EM FROTA PESADA PARA TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEL: UM ESTUDO DE CASO

AUTORES

Rafael Buosi VILLAFANHA

Discente da União das Faculdades dos Grandes Lagos – UNILAGO

Yuri Felipe MENDES TIAGO

Patricia de Carvalho DAMY-BENEDETTI

Docentes da União das Faculdades dos Grandes Lagos - UNILAGO

RESUMO

O estudo explora como a manutenção preventiva impacta a disponibilidade dos veículos em uma transportadora de combustível com frota pesada. A empresa, que conta com mais de 400 conjuntos, implementa um plano de manutenção preventiva seguindo intervalos regulares, baseados nas recomendações dos fabricantes e nas necessidades operacionais. Esse procedimento busca otimizar o desempenho da frota e reduzir falhas inesperadas. Ao longo da análise, foi observado que essas manutenções programadas ajudaram a manter uma disponibilidade média de 94,75% no período abordado, destacando-se como um diferencial estratégico para evitar paradas imprevistas e garantir a eficiência nas operações logísticas.

PALAVRAS - CHAVE

Manutenção Preventiva, Disponibilidade, Frota Pesada, Transportadora, Procedimento de Manutenção

1. INTRODUÇÃO

Em 2023, a frota de caminhões no Brasil era composta por 3.980.714 veículos, divididos nas categorias Caminhão (3.088.034) e Caminhão Trator (892.620). Junto a esses veículos, soma-se mais 3.565.167 implementos, sendo divididos entre Reboque (2.258.798) e Semirreboque (1.306.369) (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2023). Esses dados demonstram a importância da frota pesada na economia brasileira.

Com o aumento das frotas nas malhas rodoviárias ao longo dos anos, os métodos de manutenção e os próprios veículos passaram por novas sofisticções. Diante disso, as empresas buscam soluções para organizar suas frotas de maneira eficiente, visando agilizar os serviços, melhorar o retorno operacional e garantir que os veículos estejam sempre disponíveis (JOAQUIM; OLIVEIRA, 2022).

Para que seja possível um avanço da produtividade aliado à qualidade, a manutenção é um fator essencial nas empresas. Cerca de 70% das empresas brasileiras aplicam apenas a manutenção corretiva em seus ativos, ou seja, somente após uma falha ocorrer (TELES, 2019). Apesar de a manutenção ser lembrada apenas quando as falhas ocorrem, mais especificamente quando um equipamento tem seu funcionamento interrompido e causam prejuízos financeiros, a manutenção sempre terá um papel essencial na produtividade das indústrias (MOBLEY; HIGGINS; WIKOFF, 2014).

A Manutenção Preventiva é um processo realizado em intervalos de tempo regulares, com o principal objetivo de evitar falhas ou a queda de desempenho (KARDEC; NASCIF, 2009). Diante da busca atual das empresas por maior competitividade e redução de custos, esse tipo de manutenção se destaca como uma estratégia eficaz para alcançar esses objetivos (CAMPOS; BELHOT, 1994). Um bom processo de manutenção, além de manter os veículos em condições adequadas de circulação, ajuda a prevenir acidentes e prolonga a vida útil das peças (LAFRAIA, 2001).

No presente estudo foi abordado o procedimento de manutenção preventiva dos implementos (cavalos mecânicos e semirreboques) de uma transportadora de combustível com mais de 60 anos de tradição no mercado, possuindo 17 unidades pelo Brasil, sendo 9 dedicadas ao transporte de combustível, com mais de 400 conjuntos ativos na frota e seu impacto na disponibilidade diária para atender os diversos clientes de sua carteira. O procedimento de manutenção preventiva dos veículos da empresa foi idealizado em 2011. A atualização referente ao presente estudo foi realizada no mês de julho de 2020 devido a um aumento considerável do número de veículos na frota (iniciou-se em 2019), e perdurou até dezembro de 2023, onde houve algumas mudanças, porém sem dados o suficiente para serem incorporados no presente estudo. Durante o período a empresa contou com 424 conjuntos em operação de transporte de líquidos combustíveis.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As atividades de manutenção têm como objetivo evitar a deterioração de equipamentos e instalações seja pelo desgaste natural ou pelo uso. Essa deterioração pode se manifestar de várias formas, desde problemas estéticos até falhas em itens essenciais para o correto funcionamento do equipamento, o que pode levar a sua parada (XENOS, 2004). Assim, o papel da manutenção é realizar ações ou combinações de ações que preservem os equipamentos, garantindo que eles continuem a operar adequadamente.

A manutenção envolve métodos para determinação e avaliação da situação atual, bem como para a preservação e o restabelecimento da condição ideal das instalações, máquinas e componentes (BERTSCHE, 2008). As atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e instalações, seja por desgaste natural ou pelo uso contínuo em um processo produtivo. Essa degradação pode se manifestar na

aparência dos equipamentos, na perda de desempenho e em paradas de produção, resultando em baixa qualidade e produtividade (XENOS, 1998).

A manutenção preventiva é fundamental nas atividades de manutenção, englobando ações sistemáticas como inspeções, reformas e substituição de peças. Com a manutenção preventiva, as falhas e interrupções inesperadas são reduzidas, enquanto a disponibilidade dos equipamentos aumenta (XENOS, 1998).

A manutenção preventiva tem como objetivo manter o veículo em circulação com o menor número de interrupções, evitando longos períodos de inatividade. A finalidade da manutenção preventiva não é apenas garantir a conservação do veículo, mas também evitar que ele retorne à oficina em um curto espaço de tempo com novos problemas (VALENTE; PASSAGLIA; NOVAES, 2012).

Para algumas empresas, a manutenção é vista como uma das áreas que mais requer acompanhamento. O papel da manutenção pode ser resumido em um sistema de produção, que busca obter a maior disponibilidade com o menor custo, favorecendo tanto a produtividade do setor de manutenção quanto os ganhos financeiros da empresa (JUNIOR; JUNIOR; FANESE, 2006).

Para Almeida (2014), apresentam-se os seguintes resultados obtidos com a adoção da manutenção preventiva em uma organização:

- Evita a ociosidade e cria ritmos de trabalho que previnem o excesso ou a falta de mão de obra.
- Evita o excesso ou a escassez de material no almoxarifado, reduzindo o tempo de espera para a realização da manutenção preventiva.
- Aumenta a confiabilidade das máquinas, garantindo um sistema produtivo mais eficiente.
- Melhora a satisfação do cliente devido ao cumprimento de prazos e à qualidade no sistema produtivo.

A ABNT (1994) define a manutenção preventiva como: "Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item." Ela é caracterizada por intervenções periódicas, baseadas em valores pré-estabelecidos pelo fabricante ou por profissionais da área, que levam em consideração o regime de utilização e as condições de uso, entre outros fatores. No caso de caminhões, esse tipo de manutenção abrange desde ações simples, como inspeções visuais, até intervenções mais complexas, como a troca de óleo e fluidos.

Entre as vantagens da manutenção preventiva, destacam-se:

- Prolongar a vida útil dos equipamentos, definida como o intervalo de tempo desde o momento em que o equipamento se torna disponível até o momento em que sua taxa de falha se torna inaceitável ou ele é considerado irrecuperável após uma pane
- Prevenir acidentes com colaboradores e terceiros devido às más condições dos equipamentos;
- Aumentar a confiabilidade dos equipamentos;
- Reduzir o tempo de reestabelecimento após paradas (MTTR - Mean Time to Repair, em português Tempo Médio de Reparo), aumentando a disponibilidade;
- Diminuir os prejuízos causados por paradas imprevistas.

Uma das principais vantagens da manutenção preventiva é a criação de um sistema de confiabilidade, que permite maior controle sobre a disponibilidade dos equipamentos (CASCAES, 2018). Além disso, a manutenção preventiva possibilita a redução de falhas ao seguir intervalos regulares de manutenção (MAFF et al., 2017). A realização de procedimentos regulares de manutenção é essencial para garantir o sucesso do processo de manutenção preventiva, sendo necessário seguir as recomendações do manual de fabricação do equipamento (AQUINO et al., 2020).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Periodicidade da Manutenção Preventiva

A periodicidade da manutenção preventiva é um ponto chave para garantir que os veículos funcionem de maneira eficiente e segura. Seguindo as recomendações dos fabricantes e procedimentos internos, esse processo é baseado conforme a quilometragem, com o objetivo de evitar problemas mecânicos maiores e minimizar paradas inesperadas.

A manutenção dos cavalos mecânicos é dividida em dois tipos: uma revisão intermediária, feita na metade do intervalo indicado, e uma completa, realizada conforme a quilometragem total recomendada. Já para os semirreboques, a lógica é semelhante, porém com manutenções mais simples por ser um sistema rodante sem propulsão.

Esse método de manutenção é essencial para garantir a confiabilidade dos veículos, além de otimizar as operações de transporte e reduzir custos com falhas inesperadas.

3.1.1 Cavalo Mecânico

Os cavalos mecânicos seguem o presente intervalo de manutenção, de acordo com a recomendação de cada fabricante (Quadro 1).

Quadro 1 - Intervalo de quilometragem de manutenção preventiva de cavalo de acordo com o fabricante.

Fabricante	Intervalo de Manutenção
Scania	30.000 KM
	40.000 KM
	Flexível
Mercedes	30.000 KM
	40.000 KM
	45.000 KM
	50.000 KM
	60.000 KM
	Flexível
Volvo	30.000 KM
	40.000 KM
	Flexível

Fonte: Autores, 2024.

3.1.2 Semirreboque

A manutenção preventiva do semirreboque acompanha o cavalo atrelado ao conjunto, a fim de otimizar a retirada de operação do veículo, porém seguindo um procedimento relacionado a quilometragem diferente do cavalo, que serão apresentados e discutidos no presente trabalho.

3.2 Tipos de Manutenção Preventiva de Acordo com a Periodicidade

O procedimento de manutenção apresenta 3 tipos de manutenção preventiva para o cavalo, e 2 tipos de manutenção preventiva para o semirreboque, o quais serão descritos a seguir.

3.2.2 Cavalo Mecânico

Para o cavalo, o procedimento orienta a ser realizada a manutenção preventiva indicada pelo fabricante do veículo, de acordo com a quilometragem indicada e seus múltiplos.

Durante cada intervalo, é realizada uma manutenção preventiva intermediária a qual é realizada na metade do intervalo definido pelo fabricante, seguindo um checklist previamente definido pela empresa. Essa pratica é um diferencial do que o mercado costuma a seguir para o ramo do transporte.

Existe também uma modalidade de manutenção em veículos mais modernos o qual é batizada de manutenção flexível. Essa não segue uma quilometragem pré-definida, mas sim uma convocação por parte do fabricante.

3.2.2.1 Preventiva de Cavalo Tipo X (Intermediária)

A manutenção intermediária tipo X consta no procedimento de manutenção preventiva de frota da empresa como uma boa pratica de manutenção, visando diminuir o número de paradas de veículos por problemas minoritários.

A manutenção intermediaria segue a quilometragem do plano de manutenção do fabricante de cada veículo, porém utiliza-se sua metade para o cumprimento de um checklist definido pela empresa que foi baseado no do fabricante, no qual constam itens a serem verificados e caso apresente falhas ou defeitos, trocados (Quadro 2).

Quadro 2 – Quilometragem de manutenção preventiva intermediaria X

Fabricante	Intervalo de Manutenção X
Scania	15.000 KM
	20.000 KM
Mercedes	15.000 KM
	20.000 KM
	22.500 KM
	25.000 KM
	30.000 KM
Volvo	15.000 KM
	20.000 KM

Fonte: Autores, 2024.

Especialmente para os veículos que efetuam manutenção preventiva do tipo Flexível, sua manutenção do tipo intermediária ficou acordada internamente a cada 20.000 km, independente do fabricante do veículo.

Nesse tipo de manutenção, por se tratar de uma inspeção de cunho mais visual, majoritariamente realiza-se dentro da oficina da unidade a qual o veículo pertence. Caso diagnosticado alguma irregularidade, a equipe de manutenção direciona o veículo para o local onde será realizada a manutenção (Quadro 3).

Quadro 3 – Checklist preventiva intermediária X de cavalo mecânico.

SISTEMA	Inspeção Requerida
Ar Condicionado	Estado dos coxins e condensador
	Funcionamento em todas as velocidades
	Presença de barulho
Arla	Ausência de vazamentos e cristalização
	Alerta no painel do veículo de consumo de arla
	Fiação e conectores do sensor
Arrefecimento	Ausência de ressecamentos e furos nas mangueiras
	Nível adequado do fluido; Se baixo, realizar a medição do volume do glicol e completar com o volume correto
	Verificar temperatura de funcionamento do motor no painel do veículo
	Realizar calibração da bolsa de ar da cabine, evitando que a cabine não fique encostando na base superior do reservatório
Bomba D'água	Ausência de ressecamentos e trincas nas mangueiras
Cardan	Folgas no cardan
	Lubrificação nas cruzetas
	Folgas ponteira e luvas
Chassi	Drenar reservatórios de ar
	Lubrificação
	Pontos de corrosão
	Trincas
Elétrica	Fixação dos soquetes
	Fixação faróis e lanternas
	Chicote - Ligações entre os chicotes e realizar isolamentos. Se necessário, utilizar conduítes corrugados ou fitas isolantes
	Alternador - Ausência da luz no painel
	Alternador - Realizar teste de geração de carga
	Motor de partida - Ausência de barulhos ao ligar o veículo
	Motor de partida - Conexões
	Bateria - Com veículo frio, realizar medição de bateria e informar medição
	Bateria - Verificar terminais
	Tomada elétrica - Ausência de zinabre
	Aterramento - Integridade
Filtros	Filtro separador (filtro racor)
	Filtro lubrificante
	Filtro de ar condicionado
	Filtro de ar do motor
	Filtro de arla
	Filtro de combustível
	Filtro APU / APS
Freios	O desgaste das lonas de freio
	Vazamento de ar nos flexíveis
	Folga do eixo "S" e embuchamentos
	Funcionamento do ABS - Limpeza sensores, teste e regulagem
	Folga nas rodas (erguer eixos)
	Válvula do pedal de freio e calibrar
	Barra V - Integridade das buchas e da barra
Conservação Geral	Lavar e lubrificar o cavalo
	Realizar o rodizio dos pneus
	Realizar o alinhamento e balanceamento

Fonte: Autores, 2024.

3.2.2.2 Preventiva de Cavalo Tipo M

A manutenção preventiva tipo M, é a manutenção completa recomendada pelo fabricante para a determinada quilometragem do veículo. Nesse tipo de manutenção, o veículo é direcionado ao concessionário do fabricante ou a uma autorizada para sua realização a fim de manter a qualidade e a garantia dos veículos.

Durante a manutenção preventiva M, são seguidos 3 checklist:

- Primeiramente a empresa solicita que seja seguido o checklist de preventiva X.

- Posteriormente a concessionária ou autorizada tem por via de regra seguir seu próprio checklist, que varia entre quilometragem e fabricantes, cada um com suas respectivas verificações e trocas periódicas.
- Por fim, solicita-se que seja seguido um checklist complementar orientado pela empresa, que constam alguns itens considerados de suma importância (Quadro 4).

Quadro 4 – Checklist complementar para preventiva completa M de cavalo mecânico.

SISTEMA ▾	Inspeção Requerida ▾
Bicos Injetores	Teste vazão dos bicos injetores
Câmbio	Alavanca do câmbio - Engate e transferência
	Vazamentos, folgas na luvas e suportes
Elétrica	Alternador - Retirar correia, girar o eixo do alternador e, apresentando barulho, substituir rolamentos e escova
Embreagem	Mensagem de erro no painel de sobrecarga
	Nível fluido da embreagem
	Teste de separação da embreagem
	Teste valor de curso da embreagem
Freio	Estado do óleo e do cartucho do retarder
	Ausência de vazamentos de ar na válvula do tob break
Freio Motor	Acionamento correto da borboleta e pistão

Fonte: Autores, 2024.

3.2.2.3 Preventiva de Cavalo Tipo Flexível

Com o avanço da tecnologia embarcada nos veículos, as principais montadoras presentes no Brasil criaram o plano de manutenção flexível, cada um utilizando sua nomenclatura.

Esse plano consiste em um acompanhamento constante da situação do veículo a partir das tecnologias embarcadas. A partir dos dados coletados, o fabricante aciona a setor de manutenção da empresa, estipulando um intervalo de data em que o veículo deve comparecer a concessionaria para efetuar a manutenção preventiva. Com o passar de algumas manutenções nessa modalidade, percebeu-se que elas estão girando em torno de 40.000 km entre paradas para manutenção preventiva.

Esse tipo de manutenção só está presente em veículos relativamente mais novos, a partir de 2022 em que possuem o contrato de manutenção do fabricante ativo.

3.2.3 Semirreboque

A manutenção preventiva do semirreboque é muito diferente do cavalo. Por não ter sistema de propulsão, sua manutenção de sistemas mecânicos é muito mais simples, sendo majoritariamente resumida em sistema de freios, chassis e parte elétrica.

Para a manutenção do semirreboque seguimos a mesma teoria do cavalo, porém com suas peculiaridades, nomenclaturas e respectivos checklist.

Também são divididos em preventiva intermediária e completa, porém chamamos de preventiva A e preventiva B, tendo para cada semirreboque sua sequência de manutenção atrelada a quilometragem do veículo (Quadro 5).

Diferentemente do cavalo, que faz por sequencia uma intermediária e uma completa, o semirreboque por ser um sistema mecânico mais simples, pode fazer mais que uma intermediária antes de fazer uma completa, de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5 – Quilometragem e seus respectivos tipos de manutenção preventiva para semirreboque.

Atelamento	KM	Sequencia de Manutenção do Semirreboque
Scania	30.000 KM	A + A + A + B (15 - 30 - 45 - 60)
	40.000 KM	A + A + A + B (20 - 40 - 60 - 80)
Mercedes	30.000 KM	A + A + A + B (15 - 30 - 45 - 60)
	40.000 KM	A + A + A + B (20 - 40 - 60 - 80)
	45.000 KM	A + A + B (22,5 - 45 - 67,5)
	50.000 KM	A + A + B (25 - 50 - 75)
	60.000 KM	A + B (30 - 60 - 90)
Volvo	30.000 KM	A + A + A + B (15 - 30 - 45 - 60)
	40.000 KM	A + A + A + B (20 - 40 - 60 - 80)

Fonte: Autores, 2024.

Em especial, para os semirreboques que estão atrelados a cavalos mecânicos que seguem a manutenção do tipo flexível, foi acordado internamente que os mesmos iram seguir uma sequência de 40.000 km, sendo ela A + A + A + B (20 - 40 - 60 - 80).

3.2.3.1 Preventiva de Semirreboque Tipo A

Para a manutenção preventiva tipo A, ou manutenção preventiva intermediaria do semirreboque cumpre-se o checklist apresentado, verificando a necessidade de troca dos itens que estão presentes.

A manutenção preventiva intermediaria A segue as mesmas premissas de uma manutenção preventiva X, baseando-se nas recomendações do fabricante para efetuar um checklist.

Durante essa manutenção preventiva, não se desmonta o sistema de freio, somente é feita a inspeção visual através de pontos específicos e caso constatada a necessidade, desmonta-se o sistema e realiza-se a inspeção mais cautelosa. Ao constatar algum defeito ou irregularidade, executa-se a troca do item.

Essa manutenção majoritariamente é realizada internamente, e caso haja necessidade o semirreboque é direcionado a uma oficina (Quadro 6).

Quadro 6 – Itens verificados no checklist de manutenção preventiva tipo A para semirreboque

SISTEMA	Inspeção Requerida
Suspensão Pneumática	Bolsas de ar, porcas de fixação, mangueiras e vazamentos
	Amortecedores, suas fixações e buchas de borracha
	Parafuso e porcas das arruelas de alinhamento nos suspensores frontais
Suspensão Mecânica	Integridade do feixes de mola e pino do centro
	O desgaste do suporte e da capa de mola
	Reapertar grampos das molas com torquímetro
	Bucha dos braços tensores/tirantes
	Abraçadeira dos braços tensores/tirantes
	Bucha de borracha das balanças
	Desgaste pinos do suporte central da balança
	Desgaste do suporte de mola
Suspensor Pneumático	Aperto parafusos da balança com torquímetro
	Torque das porcas de fixação do grampo
	Deformações ou desgaste na bolsa de ar pneumática
	Desgaste entre os pratos e as bordas da bolsa
Aparelho de Levantamento Mecânico	Desgaste no parafuso de fixação da bolsa de ar
	Verificar danos na catraca e nas sapatas
Aparelho de Levantamento Pneumático	Lubrificar o aparelho de levantamento
	Vazamentos de ar
	Vazamentos hidráulico
	Válvulas de acionamento
Pino Rei	Verificar danos nas sapatas
	Limpar mesa e o pino rei, engraxar com graxa adequada
	Desgastes, deformações ou trincas na mesa e flange
	O torque dos parafusos de fixação
Quinta Roda	Verificar diâmetros internos e externos
	Sistema de travamento
	Disco e garra de travamento
	Base superior da quinta-roda
	Parafusos de fixação das sapatas ao bloco e da mesa
	Coxins de amortecimento
	Apertar parafuso da quinta roda
Sistema direcional (Rala)	Lacre ou cadeado de segurança instalado
	Vazamentos nos amortecedores
	Sistema pneumático de travamento
	Válvula de acionamento
	Aperto de porcas e parafusos
Sistema Pneumático	Ausência de trincas no limitador
	Sistema de freio: válvulas, mangueiras e vazamentos
	Cuicas de freio: fixação e vazamentos
	Tanque de ar, as conexões e drenar
Eixos, Rodas e Sistema de Freios	Vazamento de ar nos flexíveis
	O desgaste das lonas e tambores de freio
	Funcionamento do ABS - Limpeza sensores, teste e regulagem
	Folga do eixo "S" e embuchamentos
	Folga das rodas (erguer eixos)
	Funcionalidade das catracas de freio, regular lonas, limpar e lubrificar
Conservação Geral	Retirar tampa do cubo para análise da graxa
	Lavar e lubrificar o semirreboque
	Realizar o rodízio dos pneus
	Realizar o alinhamento dos eixos

Fonte: Autores, 2024.

3.2.3.2 Preventiva de Semirreboque Tipo B

Durante a manutenção preventiva tipo B, segue-se o checklist da preventiva tipo A e mais um checklist complementar. Sua principal diferença é que na manutenção preventiva tipo B, necessariamente desmonta-se a parte rodante do veículo para garantir a situação e a necessidade de troca dos componentes, diferente da manutenção preventiva tipo A à qual se inspeciona os itens sem desmontar o equipamento (Quadro 7).

Essa manutenção majoritariamente é realiza em oficinas externas devido à alta demanda de trabalho a ser realizado, o que poderia prejudicar o andamento de manutenções minoritárias internas.

Quadro 7 – Itens verificados no checklist complementar manutenção preventiva semirreboque tipo B

SISTEMA	Inspeção Requerida
Realizar Teste de Partículas Magnéticas	Sistema direcional (rala)
	Quinta roda
	Chassi
	Danos nos conjuntos de protetores laterais
	Suspensão mecânica - Suporte central da balança
	Suspensor pneumático - Estrutura e parafuso do grampo
Tarefas Exclusivas: Desmontar e Verificar	Desmontar rodas, cubos, e sapatas de freio
	Trocar a graxa e reapertar os parafusos (revisão A)
	Ajustar a folga dos rolamentos dos eixos
Freio	Medir o desgaste e estado das lonas de freio
	Medir o desgaste e estado dos tambores de freio
	Tambor de freio: Diâmetro interno máximo admissível de 425 mm para semirreboques
	Lonas de freio: Espessura mínima admissível de 1 mm acima do indicador de desgastes

Fonte: Autores, 2024.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os dias, o setor de manutenção aponta a operação quais veículos estão em sua capacidade plena, sendo chamado de Relatório de Disponibilidade Diária de Manutenção. Esse relatório é importante para não causar nenhum empecilho ao transporte, de forma a atender a demanda do cliente com eficiência e eficácia.

O desempenho desse indicador tão importante está ligado a diversos fatores, porém seu principal fator é o procedimento de manutenção apresentado nesse estudo.

Com dados coletados durante o vigor desse procedimento, foi possível analisar a sua eficiência e apontar seus pontos fortes, o que serão discutidos no presente tópico (Figura 1).

Figura 1 – Gráfico da Média das disponibilidades diárias de frota entre os anos de 2015 e 2023



Fonte: Autores, 2024.

A partir da Figura 1, observa-se que, entre 2015 e 2020/1, o procedimento de manutenção anterior resultou em uma disponibilidade mínima de 86,7% e máxima de 94,4%. Contudo, dado o impacto significativo desse indicador nos resultados da empresa, esses níveis de disponibilidade não eram satisfatórios para a alta gerência e a diretoria. Em resposta a essa necessidade, foi implementado em julho de 2020, o novo procedimento de manutenção, que é o foco deste estudo.

A partir de sua implementação, os resultados anuais de disponibilidade tiveram uma melhoria de imediato. Ao se comparar picos de maiores disponibilidade, temos um aumento de 2,8% do indicador. Comparando-se pontos de menor disponibilidade, temos um aumento de 2,6% do mesmo. Ao se comparar a média de disponibilidade entre os procedimentos de manutenção que estavam em vigor nos períodos entre 2015 a 2020/1 e 2020/02 a 2023, respectivamente com 91,5% e 94,8%, podemos concluir um aumento médio de disponibilidade de frota de 3,3%.

O novo procedimento interno de manutenção preventiva mostra-se eficiente. Seguir as recomendações dos fabricantes dos cavalos mecânicos, juntamente com os dos semirreboques é uma pratica comum do segmento do transporte, porém as manutenções preventivas X e A, que são o diferencial do que o mercado aplica, são consideradas de suma importância para o resultado positivo da disponibilidade de frota.

É notório na Figura 1 que em certos períodos a disponibilidade de frota apresenta quedas significativas, com índices abaixo de 90%. Esse fenômeno está relacionado ao momento em que os conjuntos começam a atingir seu ROI (Return on Investment, ou retorno sobre o investimento). De acordo com o know-how e o planejamento estratégico da empresa, o ROI de um conjunto ocorre entre 3 a 5 anos. Após esse período, especialmente no caso dos cavalos mecânicos, inicia-se um processo natural de degradação devido ao uso constante. Dessa forma, mesmo com um bom procedimento de manutenção, a idade dos veículos começa a impactar sua disponibilidade e, conseqüentemente, sua rentabilidade. Nesse ponto, a empresa realiza uma análise individual dos veículos para decidir entre continuar a operação ou optar pela venda.

5. CONCLUSÃO

O estudo realizado sobre o impacto da manutenção preventiva em uma transportadora de combustível demonstrou que um procedimento de manutenção adequado é essencial para garantir a alta disponibilidade dos veículos, a segurança nas operações e a eficiência da frota. Observou-se que ao adotar um planejamento de manutenção que inclui manutenções intermediárias e completas, a empresa conseguiu manter uma disponibilidade de frota superior a 90% durante a maior parte do período analisado, sustentando a eficiência do processo.

O procedimento de manutenção preventiva adotado, com a inclusão de manutenções preventivas intermediárias (tipos X e A) e das completas (tipos M e B), mostrou-se um diferencial estratégico para a empresa, contribuindo para a longevidade dos veículos e a redução de falhas inesperadas. A análise dos dados coletados ao longo do período estudado destacou que o acompanhamento periódico, aliado ao cumprimento das recomendações dos fabricantes, contribuiu diretamente para minimizar as paradas inesperadas e otimizar a operação logística.

Outro ponto relevante observado no estudo, porém não o foco do mesmo, foi a importância de um planejamento estratégico que considera o ciclo de vida útil dos veículos. Com o envelhecimento da frota, mesmo um procedimento bem estruturado se torna insuficiente para manter a mesma disponibilidade. A análise custo-benefício entre manter o veículo em operação ou substituí-lo torna-se fundamental para assegurar a rentabilidade da empresa.

Portanto, conclui-se que a manutenção preventiva não é apenas um investimento necessário, mas uma prática indispensável para empresas de transporte que buscam competitividade e eficiência operacional. Além de reduzir custos, a manutenção preventiva permite a criação de um ambiente de trabalho mais seguro e garante maior satisfação dos clientes por meio de operações mais confiáveis e pontuais. Esse estudo reforça a importância de procedimentos de manutenção bem estruturados, capazes de responder aos desafios da logística do transporte rodoviário de combustível.

6. REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: **Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

ALMEIDA, P. S. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2014. 256 p.

AQUINO, E. L. R.; MOLLO NETO, M.; BERNARDO, C. H. C.; MORAIS, F. J. O.; SANTOS, P. S. B. Ferramentas de manutenção preditiva de motores diesel: uma revisão bibliográfica sistemática. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 11, p. 1-31, 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10195>.

BERTSCHE, B. **Confiabilidade em Engenharia Automotiva e Mecânica: Determinação da Confiabilidade de Componentes e Sistemas**. Berlim: Springer, 2008.

CAMPOS, F. C.; BELHOT, R. V. Gestão de manutenção de frotas de veículos: uma revisão. **Gestão & Produção**, v. 1, n. 2, p. 171-188, 1994.

CASCAES, C. M. **Gestão da manutenção preventiva em uma cervejaria de médio porte**. Universidade Estadual do Amazonas, 2018.

JOAQUIM, N. B. R.; OLIVEIRA, A. **Gestão de Manutenção: Manutenção Preventiva e Gestão de Frotas**. 2022. Trabalho acadêmico (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade de Cuiabá – UNIC, Cuiabá.

JÚNIOR, O. P. L.; JÚNIOR, P. B.; FANESE, H. L. G. Otimização da frequência na manutenção preventiva. **XXVI ENEGEP** - Fortaleza, CE, Brasil, 2006.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

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

MAFF, D. et al. Estudo de campo em gestão da manutenção. **Anais da Engenharia de Produção**. v. 1, n.1, p. 74-85. 2017.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Estatísticas da frota de veículos – Senatran. Governo Federal do Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran>. Acesso em: 08 nov. 2024.

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

TELES, J. **Planejamento e controle da manutenção descomplicado: uma metodologia passo a passo para implantação do PCM**. 2. ed. Brasília: Engeteles editora, 2019. 240p.

VALENTE, A. M.; PASSAGLIA, E.; NOVAES, A. G. **Gerenciamento de transporte e frotas**. Pioneira, 1997.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. São Paulo: Edg, 2004.

XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.