

ASSOCIAÇÃO EDUCATIVA EVANGÉLICA  
FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA – FACEG  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

LEONARDO RODRIGUES ALVES PEREIRA

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM  
IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS CANAVIEIROS EM UMA INDÚSTRIA  
SUCROALCOOLEIRA**

GOIANÉSIA

2021

LEONARDO RODRIGUES ALVES PEREIRA

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM  
IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS CANAVIEIROS EM UMA INDÚSTRIA  
SUCROALCOOLEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

GOIANÉSIA

2021

## FICHA CATALOGRÁFICA

R696

Rodrigues, Leonardo Alves Pereira.

Estudo da implantação da manutenção preventiva em implementos rodoviários canavieiros em uma indústria sucroalcooleira / Leonardo Rodrigues Alves Pereira – Goianésia: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2021 – Faceg, 2021.

57 p.; il. p&b.

Orientador: Profa. Ma. Ariane Martins Caponi Lima

Monografia de Graduação – Faculdade Evangélica de Goianésia: FACEG, 2021.

1. Semirreboque. 2. Lubrificação 3. Disponibilidade 4. Dolly 5. Redução

I. Rodrigues, Leonardo Alves Pereira. II. Estudo da implantação da manutenção preventiva em implementos rodoviários canavieiros em uma indústria sucroalcooleira.

CDU 621

### REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Rodrigues, L.A.P. **Estudo da implantação da manutenção preventiva em implementos rodoviários canavieiros em uma indústria sucroalcooleira.** Trabalho de conclusão Curso (Graduação em Engenharia mecânica) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia-GO, 2021.


### CESSÃO DE DIREITOS

NOME: LEONARDO RODRIGUES ALVES PEREIRA

GRAU: BACHAREL

ANO: 2021

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia permissão para reproduzir cópias desta Monografia de Graduação, única e exclusivamente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais de publicação. Nenhuma parte desta Monografia pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.



Nome: Leonardo Rodrigues Alves Pereira

CPF: 705.950.951.86

Endereço: Rua das Palmeiras, Goianésia-GO

E-mail: lraperreira@hotmail.com

LEONARDO RODRIGUES ALVES PEREIRA

**ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM  
IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS CANAVIEIROS EM UMA INDÚSTRIA  
SUCROALCOOLEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica, da Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Goianésia, 10 de fevereiro de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Ma. Ariane Martins Caponi Lima - Orientador  
Faculdade Evangélica de Goianésia

---

Prof. Me. Ivandro José de Freitas Rocha - Avaliador  
Faculdade Evangélica de Goianésia

---

Profa. Dra. Lauriane Gomes Santin - Avaliador  
Faculdade Evangélica de Goianésia

*Dedico este trabalho aos meus pais, Izaon e Adelucia, e à minha avó Dalvina.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, Izaon e Adelucia, e minha irmã Angélica, que sempre acreditaram e me deram forças para conseguir conquistar os meus sonhos.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram, me deram conselhos e estiveram ao meu lado durante todo o período em que me dediquei a este trabalho.

Aos professores, que contribuíram com conhecimento e ensinamentos durante todo o curso.

Agradecimentos especiais à minha orientadora Ariane, que não mediu esforços e nem tempo para que este trabalho seja concluído.

## RESUMO

No presente trabalho foi realizado um estudo de caso sobre a implantação da manutenção preventiva em implementos rodoviários com intenção de aumento de performance em uma empresa sucroalcooleira na região do Vale do São Patrício no estado de Goiás. O objetivo do trabalho foi verificar os indicadores de manutenção após a implantação da manutenção preventiva, realizada a cada 7 dias (lubrificações, verificações mecânicas e elétricas, e calibragem de pneus) e a manutenção realizada a cada 42 dias (manutenção geral). Com isso, foi estudado o desenvolvimento de um plano de manutenção e o processo de implantação. Através dos dados de ordens de serviços foi realizada a análise dos anos de 2018 (baseado em corretivas) versus 2019 (implantação da preventiva). Diante da análise dos indicadores pode se concluir que a manutenção preventiva trouxe diminuição de 35.128 horas não programadas, uma redução de 70,58% nas horas totais de manutenção, aumento de 5,95% na disponibilidade física, aumento de 60% no tempo médio entre falhas, diminuição de 73,30% do tempo médio de reparo, aumento da produtividade, diminuição na quebra de peças e aumentando a vida útil do equipamento.

Palavras-chaves: Semirreboque. Lubrificação. Disponibilidade. Dolly. Redução.

## **ABSTRACT**

In the present work, a case study was carried out on the implementation of preventive maintenance in road implements with the intention of increasing performance in a sugar and ethanol company in the region of Vale do São Patrício in the state of Goiás. The objective of this work was to verify the maintenance indicators after the implementation of preventive maintenance, carried out every 7 days (lubrication, mechanical and electrical checks, and tire calibration) and the maintenance carried out every 42 days (general maintenance). With this, the development of a maintenance plan and the implementation process were studied. Through the data of service orders, the analysis of the years 2018 (based on correctives) versus 2019 (preventive implementation) was performed. In view of the analysis of the indicators, it can be concluded that preventive maintenance brought a decrease of 35,128 unscheduled hours, a 70.58% reduction in total maintenance hours, a 5.95% increase in physical availability, a 60% increase in the average time between failures, a 73.30% decrease in the average repair time, an increase in productivity, a decrease in the breaking of parts and an increase in the useful life of the equipment.

**Keywords:** Semi-trailer. Lubrication. Availability. Dolly. Reduction.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Formações de CVC.....	17
Figura 2 - Conjunto de implementos rodoviários.....	18
Figura 3 - Suspensão .....	19
Figura 4 - Componentes do sistema de freio a tambor .....	20
Figura 5 - Estrutura do pneu .....	23
Figura 6 - Calibragem correta dos pneus.....	24
Figura 7 - Evolução da manutenção .....	26
Figura 8 - Fluxograma antes da implantação da manutenção preventiva.....	33
Figura 9 – Fluxograma depois da implantação da manutenção preventiva.....	35
Figura 10 - Execução dos planos de manutenção preventiva.....	36
Figura 11 - Horas por tipo de manutenção .....	37
Figura 12 - Comparação da disponibilidade física .....	38
Figura 13 - Comparação MTBF .....	39
Figura 14 - Comparação MTTR .....	40
Figura 15 - Eliminação de pneus .....	42

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Falhas comuns em implementos.....	21
Tabela 2 - Danos em pneus.....	25
Tabela 3 - Itens de OS .....	41

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALAPA	Associação Latino Americano de Pneus e Aros
ANFIR	Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários
ANIP	Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos
CCT	Corte, Carregamento e Transporte
CVC	Combinação Veículo de Carga
DF	Disponibilidade Física
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MP	Manutenção Preventiva
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
NBR	Norma Brasileira
OS	Ordem de Serviço
SR	Semirreboque
TMEF	Tempo Médio Entre Falhas
TMPF	Tempo Médio Para Falha
TMR	Tempo Médio de Reparo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	14
1.1	Objetivos	15
1.2	Objetivos específicos	15
1.3	Justificativa	15
1.4	Problema de pesquisa	16
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	17
2.1	Implementos rodoviários	17
2.1.1	Sistemas mecânicos	19
2.1.2	Lubrificação	22
2.1.3	Conservação de pneus	23
2.2	Manutenção	25
2.2.1	Tipos de manutenção	27
2.2.2	Indicadores de manutenção	28
2.2.2.1	Disponibilidade física (DF)	29
2.2.2.2	MTBF	29
2.2.2.3	MTTR	30
2.2.2.4	Cumprimento dos planos de manutenção preventiva (MP)	31
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	32
3.1	Objeto de estudo	32
3.2	Coleta e interpretação de dados	32
3.3	Implantação da manutenção preventiva	33
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	36
4.1	Análise dos indicadores da manutenção	36
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	44
	<b>REFERÊNCIAS</b>	45

<b>APÊNDICES .....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE A – ORDEM DE SERVIÇO 7 DIAS – SEMIRREBOQUE.....</b>	<b>50</b>
<b>APÊNDICE B – ORDEM DE SERVIÇO 7 DIAS – DOLLY .....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE C – ORDEM DE SERVIÇO 35 DIAS – SEMIRREBOQUE.....</b>	<b>52</b>
<b>APÊNDICE D – ORDEM DE SERVIÇO 35 DIAS - DOLLY .....</b>	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A manutenção, junto com a produção, é uma das funções mais relevantes dentro de uma indústria, ela é responsável pela disponibilidade dos equipamentos, confiabilidade do sistema de produção, alta manutenibilidade e segurança do ambiente e pessoal. Nesta época de mudanças, empresas devem sempre procurar novas tendências de negócios, tecnologias inovadoras, novos cenários devido à grande competitividade e crescentes exigências do mercado (FUENTES, 2006)

O setor sucroalcooleiro possui grande importância na economia brasileira e, além de gerar múltiplos empregos é fonte de riquezas e renda. Segundo Rumor (2018) Goiás foi o segundo maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil, com a extensão de 922,8 mil hectares, foi capaz de atingir a produção de 71,38 milhões de toneladas, 0,46% a mais do que no ano anterior.

A logística do CCT (Corte, Carregamento e Transporte) da cana-de-açúcar é uma operação fundamental do agronegócio pois envolvem equipamentos de alto custo como colhedora, carregadora, tratores, transbordos, caminhões e implementos. Este processo representa cerca de 28% do custo da tonelada de cana, no qual “40% correspondem à colheita mecanizada, 35% correspondem ao transporte, 25% ficam na conta do transbordamento” (RODRIGUES, 2018, p. 1).

O processo de transporte da cana é predominantemente rodoviário, podendo ter diversas CVC (Combinação Veículo de Carga), sendo os mais comuns: caminhões com um reboque (Romeu e Julieta), dois reboques (Treminhão), e o Rodotrem que é composto pelo cavalo-mecânico, dois semirreboques (SR) e um dolly (SILVA, 2006; MUNDIM, 2009). Tais equipamentos precisam de manutenção contínua pois necessitam sempre estarem disponíveis para a produção.

Moro (2009) destaca que para manter qualquer equipamento de uma empresa em pleno funcionamento e evitar paradas não programadas é necessário que intervenções preventivas planejadas, controladas através de datas predeterminadas, sejam realizadas. Resultando em benefícios, como maior durabilidade do equipamento, maior ganho em caso de venda, maior qualidade do produto final, diminuição de horas extras, redução de custos de falha e melhoria na disponibilidade (GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018).

## 1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é analisar a implantação de uma manutenção preventiva no setor de implementos rodoviários canavieiro em uma indústria sucroalcooleira, com intuito de melhoria nos indicadores de manutenção.

## 1.2 Objetivos específicos

- Descrever o plano de manutenção preventiva adotado para os equipamentos.
- Analisar e comparar os indicadores: disponibilidade física, tempo médio entre falhas, tempo médio para reparo, antes e depois da manutenção preventiva.
- Verificar se houve redução de manutenções corretivas não programadas.

## 1.3 Justificativa

Durante o período de safra o processo de moagem de cana ocorre 24 horas por dia, uma vez que a cana foi colhida ela começa a perder suas propriedades, o que reflete significativamente na indústria, já que há uma diminuição da qualidade da matéria prima, então, após a colheita, a cana picada deve ser entregue a indústria o mais rápido possível. Para isso, é necessário que a frota de transporte esteja sempre operacional (SILVA, 2006).

A paralização de alguma etapa do transporte pode ocasionar a parada de outros setores como: colheita, transbordamento, recepção e processamento da matéria-prima. Fator que está ligado ao número de equipamentos em operação, qualidade dos equipamentos, organização da logística de transporte e a quebra de equipamentos não programados. (CARREIRA, 2010).

Com a grande competitividade do mercado, empresas necessitam adotar práticas para maximizar seus recursos e reduzir seus custos operacionais desnecessários. Uma solução para o problema, é a implantação da manutenção preventiva, que segundo Viana (2002) gera uma tranquilidade no quesito de funcionamento operacional, aumentando a disponibilidade, diminuindo a probabilidade de falha e paradas não planejadas que aumentam o custo de produção.

Kardec e Nascif (2009) destacam que a manutenção preventiva deve ser utilizada quando há grande chance de afetar a produção, quando os custos de paradas forem elevados, e onde haver risco da vida humana. Esta manutenção gera uma previsibilidade de falhas, assim, a equipe

de manutenção pode se preparar com os recursos necessários e evitar perda de tempo significativa.

A lubrificação pode ser utilizada para a redução de custos de uma organização, com a redução das falhas não planejadas, há diminuição de custos por manutenções não planejadas e garante um aumento na produção, vida útil gerando melhoria financeira da empresa. Para atingir esse resultado é necessário um plano de lubrificação bem definido, efetivo e que seja realizado em tempos pré-definidos. (PINTO; NASCIF, 2009).

#### **1.4 Problema de pesquisa**

O presente trabalho aborda como problema de pesquisa a seguinte pergunta: Quais benefícios a implantação de uma manutenção preventiva, no setor de implementos rodoviários, pode trazer a uma indústria do setor sucroalcooleiro?

Com a implantação da manutenção preventiva, espera-se que a empresa obtenha benefícios na manutenção como redução de paradas não programadas, aumento na disponibilidade, redução de custo, menor desgaste em componentes mecânicos e aumento no fator de segurança pessoal e operacional. (KARDEC e NASCIF, 2009).

Este trabalho busca demonstrar uma redução de intervenções corretivas não programadas com a implantação de manutenção preventiva e servir como base para que as empresas possam analisar a importância de desenvolvimento de planos de manutenções.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA





A revisão bibliográfica será dividida em duas partes. Na primeira será descrito sobre implementos rodoviários, já a segunda, tratará de manutenção.

### 2.1 Implementos rodoviários

Segundo Mundim (2009) o funcionamento do CCT pode ser executado de diversas formas, dependendo dos parâmetros, desde o tipo de corte, sendo ele manual, realizado após a queima do canavial, ou do tipo mecanizado, em que uma colhedora mecanizada executa o corte na base da cana e o restante em tamanhos pré-definidos e descarrega em um trator transbordo, que posteriormente acontece a transferência para um caminhão de transporte rodoviário.

“Baseada predominantemente no modal rodoviário, a cadeia de abastecimento de cana-de-açúcar no Brasil requer uma grande infraestrutura de caminhões e carretas (reboques/semirreboques) suficiente para garantir o abastecimento da indústria” (SILVA, 2006, p. 18). Com isso, a escolha do caminhão de transporte está relacionada com fatores como à qualidade das vias de tráfego, o custo operacional e o raio de cobertura do local da produção. Existem vários tipos de composições para carregar a cana-de-açúcar colhida, sendo elas apresentadas na Figura 1:

**Figura 1 - Formações de CVC**

Descrição	Esquema	Nome popular
Caminhão plataforma		“Truck”
Caminhão plataforma com um reboque acoplado		“Romeu e Julieta”
Caminhão plataforma com dois reboques acoplados		“Treminhão”
Cavalo mecânico com dois semi-reboques acoplados		“Rodotrem”

Fonte: SILVA, 2006.

Reboques, semirreboques e carrocerias são componentes de um caminhão, ou seja, são considerados implementos, que tem por objetivo e função, o transporte de carga. O conjunto rodoviário é a união de dois setores industriais diferentes. O primeiro é responsável pela produção de automóveis, composto por motor, chassi, cabine etc. e o segundo é responsável pela fabricação dos produtos complementares para o caminhão (reboques, semirreboques, caçambas e carrocerias), representam a classe denominada de implementos rodoviários, que possibilita o veículo cumprir seu papel, que é o transporte de cargas. (GOLDENSTEIN; FIGUEIREDO; LUIZ, 2006).

De acordo com dados da ANFIR - Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários (2020) no ano de 2015 foram emplacados cerca de 23.187 reboques e semirreboques, comparando com os números de 2020, foram 67.403 emplacados, a quantidade de implementos aumentou cerca de 290% durante 5 anos. Isso reflete o grande aumento que o setor de rodoviários vem sofrendo nos últimos anos.

Segundo a Norma Brasileira NBR 9762 (2005) semirreboques são veículos de um ou mais eixos traseiros, já que não têm eixo dianteiro, são acoplados diretamente ao caminhão trator ou cavalo mecânico por meio de um sistema chamado pino-rei que se encontra na parte dianteira do equipamento e é acoplado pela quinta roda que se encontra na parte traseira da unidade tratora, o que garante a estabilidade ao conjunto. Para a realização do acoplamento entre dois semirreboques é necessário de uma unidade estabilizadora, um dolly que é um implemento rebocado que tem a funcionalidade de distribuidor de peso. A Figura 2 mostra um conjunto de implementos rodoviários (semirreboque – dolly – semirreboque).

**Figura 2 - Conjunto de implementos rodoviários**



Fonte: RODOFORT, 2010.

O transporte de cana ocorre predominantemente através de estradas vicinais que tem por finalidade a movimentação interna, possibilitando ser usadas para o tráfego de máquinas,

equipamentos e matéria prima para as indústrias. Estradas vicinais que muitas das vezes não sofrem manutenções e são castigadas pelo processo erosivo, ocasionando buracos e pista irregular. A passagem intensa de veículos gera segregação da fração grossa de agregados, causando um acúmulo de poeira. O excesso de pó dificulta a visão do motorista, proporcionando a ocorrência de acidentes e diminuição da velocidade do veículo (NEVES , 2015).

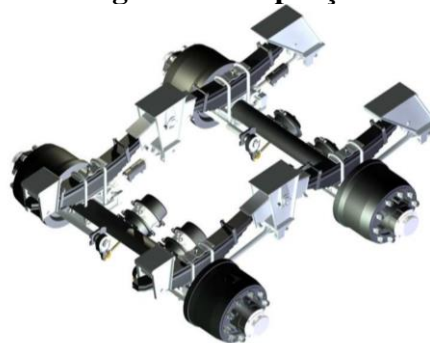
### 2.1.1 Sistemas mecânicos

Além dos transtornos econômicos, a poeira e as erosões nas estradas agravam o desgaste e quebra prematura de peças e sistemas mecânicos. Implementos possuem um sistema de suspensão especializado para grandes cargas, mas ao passar em um buraco, com carga elevada e alta velocidade há uma grande chance de quebra destes componentes (NEVES , 2015). Por isso, é essencial que a lubrificação esteja sempre em dia, além de reduzir o desgaste, e amortecer impactos, se realizada de forma frequente. Segundo Vilela (2015, p. 7) a suspensão tem função:

Suportar as forças de reação impostas pelos pneus, ou seja, transmitir aceleração e suportar frenagens longitudinais e forças laterais (curvas); permitir a movimentação vertical das rodas ao longo do percurso, isolando o chassi das imperfeições do solo; suportar os efeitos de rolamento lateral do chassi ou monobloco; manter os pneus em contato com o solo, com as menores variações de cargas possíveis. Manter as rodas nos seus ângulos característicos previstos, seja estática ou dinamicamente, executando manobras de mudança de direção e curvas.

A ligação do eixo é feita através do suporte central com balancim, com a finalidade de estabilizar a transferência de peso entre os eixos, o alinhamento e estabilização do eixo é feito pelos braços tensores fixos e reguláveis (MENEGAZZI, 2020). A Figura 3 mostra a distribuição de peças e componentes de uma suspensão.

**Figura 3 - Suspensão**

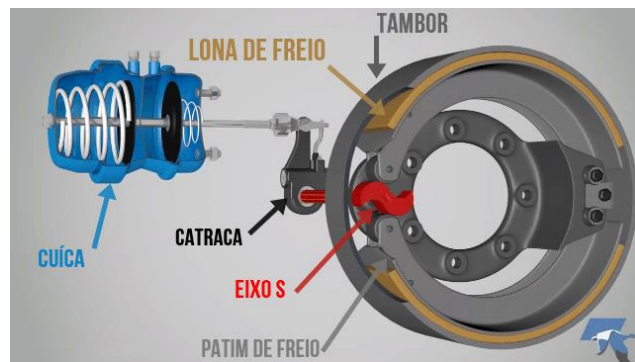


Fonte: RODOFORT, 2010.

As funções principais de um pneu de carga são: suportar o peso do implemento, absorver as irregularidades da pista e amortecer choques; desenvolver forças longitudinais na aceleração e frenagem; desenvolver forças laterais nas curvas. Após inflado o pneu deflete conforme a carga aplicada sobre ele. Por estar em constante contato com o solo está sujeito a terrenos acidentados, que podem conter partículas metálicas como parafusos, cavacos e pregos, causando furos e cortes nos pneus (VILELA, 2015).

Segundo Vilela (2015) as molas são elementos capazes de absorver energias mecânicas, são corpos elásticos que fazem a ligação entre as partes dinâmicas da suspensão e estabelecem uma conexão entre a parte suspensa e a parte não suspensa do veículo. Garante conforto aos passageiros e evita danos aos componentes da suspensão. Geralmente trabalham sob compressão e obedecem à lei de Hooke, sendo a deformação proporcional à força aplicada na faixa elástica. Devido à grande quantidade de energia na hora de um impacto, as molas se rompem e tende a ser trocadas parcialmente, ou completamente, fazendo a substituição do feixe inteiro dependendo da pancada. Os grampos são responsáveis por unir as molas ao eixo. Segundo Scherner (2013) o sistema de frenagem converte energia cinética em calor, fenômeno que ocorre devido ao atrito entre certas partes do sistema. No caso de semirreboques e dollys, são utilizados sistemas de freios a tambor conforme Figura 4 e são acionados utilizando atuadores pneumáticos do tipo "S" came. A lona é fixada na sapata (patim de freio) e acionada pelo came "S". A sapata do freio tem um ponto de conexão giratória no lado oposto da atuação do dispositivo de acionamento, permitindo que ele se mova em direção ao tambor do freio, de modo que a lona de freio e a superfície interna do tambor estejam em contato direto.

**Figura 4 - Componentes do sistema de freio a tambor**



Fonte: JORNAL CAMINHONEIRO, 2021.

Nesse momento, a energia cinética será convertida em calor, reduzindo assim a velocidade do veículo. O came "S" possui um eixo, que é acionado por uma catraca de freio,

que está conectado na haste da câmara de freio (cuíca). Desta forma, uma sequência simples de operações do sistema pode ser criada: a pressão pneumática na câmara de freio estende através do ajustador, e a haste gira o eixo "S" para mover a sapata / lona contra o tambor. Um dos problemas mais comuns para esse tipo de freio é quando o eixo S vira, causando o travamento da roda. Como as outras rodas continuam rodando, muitas das vezes o motorista nem percebe o travamento, causando superaquecimento da roda. (SCHERNER , 2013). A Tabela 1 mostra algumas outras falhas comuns em implementos.

**Tabela 1 - Falhas comuns em implementos**

<b>FALHA</b>	<b>ORIGEM DA FALHA</b>	<b>SOLUÇÃO INDICADA</b>
Aquecimento do freio	Alavanca ajustadora desregulada	Regular alavanca
	Válvula de dupla retenção inoperante	Substituir reparo da válvula
Freios não atuam perfeitamente	Acoplamento incorreto dos engates	Acoplar engates corretamente
	Entupimento do filtro de linha do SR	realizar limpeza do filtro
	Mau funcionamento do pedal de freio	Verificar e reparar válvula pedal
Freios não destravam	Válvula de freio de acionamento na posição estacionar	Liberar a válvula de freio
	Vazamento da válvula pedal	Trocar reparo da válvula
	Pressão na linha de ar contínuo abaixo de 5 bar	Regular a pressão do cavalo mecânico
	Sapatas de freio presas nos pinos	Lubrificar partes móveis do sistema
Desgaste desigual dos pneus	Aperto incorreto das porcas ou falha de torque	Reapertar as porcas com o torque indicado
	Eixos desalinhados	Alinhar os eixos
	Eixos empenados	Substituir os eixos
	Freios desregulados	Regular os freios
Pneus oscilantes	Pressão superior ou inferior à adequada	Calibrar os pneus
	Aperto desigual das castanhas	Reapertar todas as castanhas com o torque indicado, sempre na ordem correta
Freio de estacionamento não libera	Rolamento danificado	Substituir rolamentos
	Pressão na linha de ar inferior a 5 bar	Realizar manutenção no compressor do cavalo mecânico
	Defeito no diafragma ou na mola da câmara	Realizar manutenção da câmara de estacionamento
Percurso desalinhado do reboque, semirreboque e dolly	Válvula de dupla retenção não opera	Trocar reparo da válvula
	Eixo desalinhados	Alinhar os eixos
	Estrutura / Suspensão desalinhada	Alinhar estrutura / suspensão
	Lâmina de mola quebrada	Trocar todo o feixe de mola
	Grampo de mola solto	Verificar o feixe de molas, substituindo ou reapertando o

		grampo com o torque correto, se necessário
Válvula relé apresenta vazamento contínuo	Pressão no circuito pneumático superior a 10 bar.	Regular a pressão do cavalo mecânico
	Vazamento no interior da válvula	Trocar reparo da válvula

Fonte: RODOKING, 2018.

Para que todas as peças de um sistema de freio funcionem corretamente, é necessário que todas suas partes sejam lubrificadas corretamente, evitando assim travamentos.

### 2.1.2 Lubrificação

Para Viana (2002) a lubrificação é essencial para a conservação de equipamentos mecânicos, máquinas e equipamentos. Lubrificar significa reduzir o contato entre duas superfícies, conseqüentemente, há também a redução do atrito, evitando o aumento da temperatura (aquecimento) e o desgaste prematuro de peças ou componentes.

Por existir diversos componentes e sistemas mecânicos é necessário ter um conhecimento na área para definir qual lubrificante é adequado para cada componente. Tais componentes podem ser cilindros, mancais, engrenagens, rolamentos, superfícies deslizantes, entre outros (VIANA, 2002).

Viana (2002) ressalta que existem diversos lubrificantes, que são classificados por seu estado físico, são eles líquidos (óleo lubrificante), gasosos (ar e outros gases halogenados), sólidos (grafita, mica, talco) e os semissólidos (graxas), sendo os mais comuns os óleos e as graxas.

Conforme Carreteiro e Moura (1998) devido a fluidez do óleo lubrificante, nem sempre pode utilizá-lo para fazer a lubrificação de um sistema, já que sua tendencia é escorrer. Com isso a graxa passa a ser a solução para esses tipos de casos. Tendo diversas diferenças como: maior aderência, maior vedação e isolamento dos pontos lubrificadas, utilização em local de difícil acesso e maior tempo de duração.

Para um melhor rendimento e maior durabilidade do implemento é necessário lubrificação em suas peças como buchas, rolamentos, eixo expansores, catraca de freio, aranha de freio, pino do balancim, quinta roda, pino rei, ponteira, cubo de roda, dentre outros. Apesar de um processo simples, lubrificar os pontos de engraxamento da máquina impede o desgaste prematuro dos componentes sujeitos a atritos constantes e prolonga a vida do equipamento. Por isso, se faz necessário um plano de lubrificação. A graxa recomendada para a utilização em

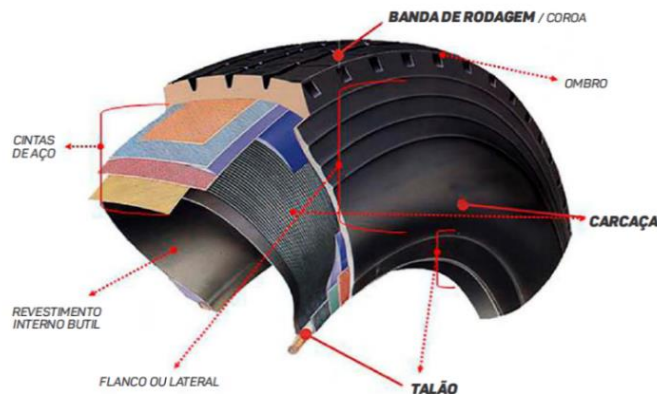
todos os pontos de lubrificação dos implementos é do tipo "Múltiplas Aplicações", à base de sabão de lítio, com características EP2 (extrema pressão) (LIBRELATO, 2017).

### 2.1.3 Conservação de pneus

Para a ANIP - Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (2018) as principais funções de um pneu é suportar a carga, assegurar a transmissão de potência motriz, garantir a dirigibilidade do veículo, oferecer respostas eficiente nas freadas e acelerações, bem como contribuir com a suspensão do veículo proporcionando conforto aos passageiros.

Ainda para a ANIP (2018), um pneu é dividido em quatro partes: carcaça, talões, banda de rodagem e flancos conforme Figura 5. A carcaça é a parte resistente do pneu no qual suporta o peso total do veículo ou carga, constituída de lonas de poliéster, nylon e aço. É responsável por reter o ar sob pressão. O talão é composto interno de fios de aço de grande resistência revestidos em cobre e tem por finalidade manter o pneu acoplado na roda. Banda de rodagem no qual está em contato com o solo, deve apresentar resistência já que está sujeita a furos, cortes e desgaste. Seu desenho apresenta parte cheias (biscoitos) e vazias (sulcos) que são responsáveis pela aderência dos pneus a pista garantindo desempenho e segurança ao veículo. Flancos protege a carcaça de lona ou aço, são responsáveis por dar estabilidade e conforto para o motorista, com isso, para sua fabricação é necessário de uma borracha com alto grau de flexibilidade.

**Figura 5 - Estrutura do pneu**



Fonte: A.M PNEUS RECAPAGEM, 2017.

A ANIP (2013) mostra uma série de dicas para uma melhor prática de conservação dos pneus: calibrar seguindo instruções do fabricante, realização de rodízio de pneu, realizar

manutenção preventiva em itens relacionados diretamente com a performance dos pneus, alinhamento e balanceamento do veículo conforme orientações do fabricante, utilização de pneu adequado para o tipo de serviço e solo, observação periódica dos sulcos e uma maior atenção durante a condução do veículo evitando uma direção agressiva.

Para ter uma maior vida útil de um pneu é necessário seguir todas as recomendações de segurança do fabricante, uma delas é sempre manter a calibração em dia pois afeta diretamente a durabilidade e a dirigibilidade. Quando há um excesso de pressão, conforme

Figura 6, o pneu se apoia diretamente na parte central, prejudicando todo o sistema de suspensão e ocasionando um desconforto para os passageiros. Já a falta de pressão faz com que o pneu se apoie nas laterais da banda de rodagem, sofrendo maior flexionamento, contribuindo para uma maior geração de calor, comprometendo toda sua estrutura, fazendo com que se desgaste mais rapidamente. Com a calibragem correta acontece o desgaste uniforme do pneu, apoio perfeito no solo, menor geração de calor e menor consumo de combustível. É sempre recomendado calibrar a pressão dos pneus pelo menos uma vez na semana, sempre frios, observar a pressão indicada pelo fabricante do pneu ou a ALAPA - Associação Latino Americana de Pneus e Aros, e utilizar um calibrador devidamente aferido (ANIP, 2013).

**Figura 6 - Calibragem correta dos pneus**



Fonte: PRODADITIVOS, 2021.

Segundo a ANIP (2013) o rodizio de pneus tem a função de equilibrar o desgaste ocorrido pelos pneus, já que as estradas são em formato curvo, os pneus tendem a sofrer um desgaste maior no lado direito, necessitando de rodizio para evitar o desgaste acentuado.

Segundo Pereira, Marli, *et al.* (2010) recapagem é o processo em que o pneu que já foi desgastado ganha “vida nova”. É necessário a medição do sulcro do pneu e uma inspeção visual para verificar se não há danos em sua estrutura. Com isso o pneu ganha uma nova banda de rodagem podendo então ser utilizado novamente por varios quilometros. Tal processo é



indispensável em qualquer empresa que utiliza pneus em grandes quantidades já que a recapagem é sinônimo de economia além de ser uma alternativa ecologicamente correta. A Tabela 2 mostra os principais danos que levam um pneu a ser eliminado sem possibilidade de recapagem.

**Tabela 2 - Danos em pneus**

<b>Descrição</b>	<b>Motivo provável</b>
<b>Quebra circular do talão</b>	Sobrecarga, superaquecimento, lubrificação incorreta na montagem do pneu e baixa pressão
<b>Cabo rompido no flanco</b>	Impacto severo, rodagem com baixa pressão ou sobrecarga
<b>Deslocamento de lona</b>	Impacto contra objeto, cabeceira de ponte, buraco, fabricação
<b>Danos na carcaça</b>	Impacto contra objeto, cabeceira de ponte, buraco, sobrecarga e baixa pressão
<b>Talão Danificado</b>	Falta de lubrificação na montagem ou desmontagem

Fonte: adaptado VIPAL, 2019.

Pneus representam o terceiro custo dentro de uma frota, perdendo apenas para combustível e para manutenção. No qual, 54% dos custos dos pneus estão ligados à manutenção. Para evitar transtornos e a compra de um pneu novo é sempre necessário ter uma manutenção voltada para reduzir os desgastes prematuros e observar possíveis danos (PEREIRA; SILVEIRA, 2020).

## 2.2 Manutenção

A manutenção vem sofrendo grandes mudanças no decorrer das últimas décadas, Kardec e Nascif (2009), acreditam que tais mudanças são decorrentes da competitividade industrial e do aumento de edificações, instalações e equipamentos que devem ser mantidos em pleno estado de funcionamento. Com o passar do tempo foram sendo elaborados projetos cada vez mais importantes, novas técnicas de manutenção e a necessidade de serviços mais elaborados e com isso a manutenção estratégica foi sendo requerida em todas as indústrias. A evolução da Manutenção pode ser dividida em quatro gerações, como mostrado na Figura 7 Kardec e Nascif (2009) retrata as quatro gerações:

A Primeira Geração retrata o período antes da Segunda Guerra Mundial, onde os equipamentos eram básicos, a mecanização da indústria era precária, e na sua maioria eram superdimensionados. A produtividade não era prioridade e, portanto, um plano de manutenção planejada não seria necessário, onde apenas serviços de quebra-conserta e limpeza eram efetuados.

A Segunda Geração pode ser datada entre os anos 50 e 70, em um cenário pós guerra, houve uma necessidade maior por todo tipo de produto. Este período enfrentou baixa mão de obra qualificada necessitando aumentar a mecanização com instalações mais complexas. Surge a necessidade por uma maior disponibilidade e produtividades de seus equipamentos. Dando início ao conceito de manutenção preventiva, com o intuito que as falhas poderiam ser evitadas se realizasse manutenções em intervalos fixos.

**Figura 7 - Evolução da manutenção**

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO								
	Primeira Geração		Segunda Geração		Terceira Geração		Quarta Geração	
ANO	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Aumento das expectativas em relação à Manutenção	•Conserto após a falha		•Disponibilidade crescente; •Maior vida útil do equipamento.		•Maior confiabilidade; •Maior disponibilidade; •Melhor relação custo-benefício •Preservação do meio ambiente;		•Maior confiabilidade; •Maior disponibilidade; •Preservação do meio ambiente; •Segurança; •Influir nos resultados do negócio; •Gerenciar os ativos.	
Visão quanto à falha de equipamento	•Todos os equipamentos se desgastam com a idade e, por isso, falham		•Todos os equipamentos se comportam de acordo com a curva da banheira		• Existência de 6 padrões de falhas (Nowlan & Heap e Moubray)		•Reduzir drasticamente falhas prematuras dos padrões A e F. (Nowlan & Heap e Moubray)	
Mudança nas técnicas de Manutenção	• Habilidades voltadas para o reparo		• Planejamento manual da manutenção; • Computadores grandes e lentos; • Manutenção Preventiva (por tempo).		• Monitoramento da condição; • Manutenção Preditiva; • Análise de risco; • Computadores pequenos e rápidos; • Softwares potentes; • Grupos de trabalho multidisciplinares; • Projetos voltados para a confiabilidade; • Contratação por mão de obra e serviços.		•Aumento da Manutenção Preditiva e Monitoramento da Condição; • Minimização nas Manutenções Preventiva e Corretiva não Planejada; • Análise de Falhas; • Técnicas de confiabilidade; • Manutenibilidade; • Engenharia de Manutenção; • Projetos voltados para confiabilidade, manutenibilidade e Custo do Ciclo de Vida.; • Contratação por resultados.	

Fonte: Adaptado de Kardec e Nascif, 2009.

A Terceira Geração consiste no período a partir da década de 70, neste período a confiabilidade e a disponibilidade eram pontos fortes da época. Com o aumento da industrialização e da automatização, a preocupação por falhas não programadas era enorme, paradas significava, grande perda de produção, então surgiu o conceito de manutenção preditiva

e o início da utilização de computadores e softwares para auxiliar no planejamento e controle de manutenção.

A Quarta Geração reforçou alguns conceitos adotados na terceira geração. A disponibilidade passa a ser um dos pontos mais importantes da manutenção, surge uma maior preocupação com a segurança, e a confiabilidade torna um fator de extrema importância. Com o intuito de eliminar falhas prematuras. Surge o conceito de análise de falhas, que mostrou ser uma prática capaz de melhorar a performance do equipamento. Com a prática da manutenção preditiva houve diminuição significativa nas manutenções corretivas e preditivas não planejadas.

### 2.2.1 Tipos de manutenção

Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 27), existem diversos tipos de manutenções, são elas: “corretiva não planejada, corretiva planejada, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção”. Cada manutenção possui uma característica específica que vai do reparo de uma falha até melhorar o desempenho de um equipamento.

A manutenção corretiva é definida de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (1994, p. 7) como “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar a função requerida”. Este tipo de manutenção é uma conduta adotada em momento de emergência e como é impossível acabar com as falhas, esse é um tipo de manutenção que ainda existe.

Para Moro (2009, p. 11) manutenção corretiva é “um conjunto de procedimentos que são aplicados a um equipamento fora de ação ou parcialmente danificados, com o objetivo de fazê-lo voltar ao trabalho, no menor espaço de tempo e custo possível”. Portanto, é uma manutenção não planejada, realizada como resposta a falha não prevista. Tal ato resulta em altos custos, consequentes da diminuição da produção e o aumento de danos aos equipamentos. Essa manutenção trata desde a substituição de um simples parafuso quebrado como a troca de todo um sistema em pane.

Contudo, temos a manutenção corretiva planejada no qual ocorre um planejamento antecipado, no qual o programador de manutenção decide se o equipamento irá operar até a falha do equipamento ou haverá uma manutenção planejada (MORO, 2009).

A manutenção preventiva, de acordo com a NBR 5462 é definida como a “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a

reduzir a probabilidade de falha ou degradação do funcionamento de um item” (ABNT, 1994, p. 7).

Segundo Slack et al. (2002, p. 645), “visa eliminar ou reduzir a probabilidade de falhas por manutenção (limpeza, lubrificação, substituição e verificação) das instalações em intervalos de tempo pré-planejados”, destaca também que até pinturas podem ser consideradas como manutenção preventiva.

Para (GREGÓRIO; SANTOS; PRATA, 2018) é a manutenção planejada, controlada através de datas predeterminadas, por oportunidade aproveitando determinadas condições do equipamento de modo a manter a máquina ou equipamento em condições de funcionamento e conservação corretas, evitando paradas imprevistas.

Os fabricantes nem sempre contribuem com dados precisos para elaboração de um plano de manutenção preventivo. Além das condições operacionais devem se levar em conta o ambiente no qual aquele equipamento está inserido já que influenciam drasticamente na expectativa de degradação dos equipamentos, ao se definir uma periodicidade deve-se levar o em conta essas condições. (PINTO; NASCIF, 2009).

Moro (2009) destaca que os principais benefícios para a organização são: redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção, preservação do meio ambiente, aumento da vida útil dos equipamentos e redução de acidentes do trabalho. E como o equipamento não para por longos períodos tem-se as seguintes vantagens: paradas programadas ao invés de paradas ocasionais, maior vida útil do equipamento, maior valor de venda em uma eventual troca do equipamento, maior qualidade do produto final, diminuição de horas extras, redução de custos de falha e melhoria na disponibilidade.

### 2.2.2 Indicadores de manutenção

Para Silveira (2018) os indicadores de manutenção são uma forma de medir os resultados. São métricas ou dados baseados em processos que se deseja controlar. Gerenciamento de indicadores é o processo de definir, coletar, medir, analisar, interpretar e agir sobre dados quantitativos. Desta forma, o índice de manutenção pode medir diferentes desempenhos, como qualidade, atraso, entrada, processos e financeiro. Esses indicadores permitem que os gestores tomem decisões analíticas com base nas informações desde o tempo de inatividade até o processo de produção. O que torna gerentes menos intuitivos e mais analíticos eliminando a percepção, a intuição e a subjetividade.

Viana (2002) destaca que existe seis indicadores chamados de índices de classe mundial; no qual tem esse nome por ser utilizado em diversos países: MTBF - *Mean Time Between Failures*, conhecido como TMEF (Tempo Médio Entre Falhas); MTTR - *Mean Time To Repair*, ou TMR (Tempo Médio de Reparo); TMPF - Tempo Médio Para Falha; Disponibilidade física da maquinaria; Custo de manutenção por faturamento, Custo de manutenção por valor de reposição.

De acordo com Lopes e Almeida (2018), é preciso saber exatamente onde você está e para onde quer ir, se faz necessário utilizar indicadores para medir os resultados, e verificar se o desempenho está alinhado com as metas e objetivos de curto, médio e longos prazos.

#### 2.2.2.1 Disponibilidade física (DF)

Souza e Brito (2017) afirmam que o indicador de Disponibilidade Física (DF) mede o tempo em que o equipamento está em condições para desempenhar seu papel dentro de um período. Esse indicador é de extrema importância para a manutenção, pois é um de seus principais objetivos, entregar o maior tempo de disponibilidade de seus equipamentos para a operação. Esse indicador também pode ser usado para encontrar os equipamentos que mais fazem o fator de disponibilidade cair e assim tomar medidas pontuais. Sua unidade de medida é a porcentagem (%) e quanto maior, melhor. O cálculo da DF pode ser realizado de acordo com a eq.(1).

$$DF = \left( \frac{\text{Horas Calendário} - \sum \text{Horas de Manutenção}}{\text{Horas Calendário}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde, horas calendário é o tempo total em horas no qual está sendo realizado o estudo. Se contabilizarmos um dia em hora calendário devemos considerar 24 horas. Se for 30 dias (30 dias x 24 horas = 720 horas) e horas de manutenção é o tempo total de horas em que o equipamento ficou em manutenção, independente que seja preventiva, corretiva ou preditiva dentro do período de estudo (SOUZA; BRITO, 2017).

#### 2.2.2.2 MTBF

O indicador MTBF mede o tempo que o equipamento operou sem a necessidade de manutenção não programadas. Este indicador está ligado diretamente com a confiabilidade do

equipamento e o valor indicará quando poderá ocorrer uma falha. As organizações podem aproveitar o MTBF para determinar planos de manutenções preventivas, como taxa de inspeções ou introduzir ações preventivas como lubrificação e calibrações. Isso pode ajudar a evitar falhas inesperadas e reduzir manutenções não programadas. Sua unidade de medida é “horas” e quanto maior, melhor. (SOUZA; BRITO, 2017). O MTBF pode ser calculado aplicando a eq.(2).

$$MTBF = \frac{\sum \text{Horas Trabalhadas}}{\sum \text{Número de Intervenções não programadas}} \quad (2)$$

Onde, horas trabalhadas é o tempo total, em horas, no qual o equipamento trabalhou dentro do espaço de tempo analisado. E o número de intervenções não programadas é a quantidade de paradas não programadas do equipamento dentro do período de estudo.

Lopes e Almeida (2018) destaca que para um correto resultado, é necessário que os conceitos de número de paradas, horas trabalhadas e horas disponíveis estejam bastante delimitados para haver boa concordância.

### 2.2.2.3 MTTR

O indicador MTTR mede o tempo médio em que o equipamento demorou para ficar pronto após uma falha não programada. Seu resultado mostra o tempo médio. Para este caso, quanto menor melhor. Sua unidade de medida é “horas”. A eq. (3) permite o cálculo do MTTR. Onde, horas de manutenção não programadas é o tempo total de horas no qual o equipamento permaneceu parado por manutenção não programadas dentro do intervalo de estudo, e n<sup>o</sup> de intervenções não programadas se refere quantidade de paradas não programadas do equipamento dentro do período de estudo. (SOUZA; BRITO, 2017)

$$MTTR = \frac{\sum \text{Horas de Manutenção Não Programadas}}{\sum \text{N}^{\circ} \text{ de Intervenções Não Programadas}} \quad (3)$$

Alguns fatores que podem aumentar este tipo de indicador: má organização referente ao controle de peças e ferramentas, complexidade da máquina, treinamento não efetivo de funcionários ou até tempo de trajeto dependendo dos parâmetros utilizados (INFRASPEAK, 2021).

#### 2.2.2.4 Cumprimento dos planos de manutenção preventiva (MP)

Este indicador mostrará se os planos de manutenção estão sendo cumpridos ou não, ou seja, mostra a efetividade dos processos de manutenção já que nem sempre é possível realizar todos os planos de manutenção (EMAINT, 2019). O cálculo da taxa pode ser feito pela equação (4). O Resultado é obtido em porcentagem.

$$MP = \frac{\text{Ações preventivas realizadas}}{\text{Ações preventivas agendadas}} \times 100 \quad (4)$$

Segundo a Infraspak (2021) a taxa de cumprimento dos planos deve ser superior que 90%, para evitar tempo de inatividade e aumento de falhas não planejadas. Com uma taxa menor que a meta, devemos verificar os possíveis ajustes a serem feitos. Baixa eficiência pode ser por falta de equipamentos necessários, atraso do cronograma ou impossibilidade de locomoção do equipamento.

Viana (2002), ressalta que os indicadores de manutenção têm o objetivo de descrever pontos relevantes para o controle e melhoria da manutenção. Nem todas as empresas usam as mesmas métricas. Esta é uma questão analítica. Portanto, apenas indicadores de valor agregado devem ser monitorados para evitar a necessidade de muito trabalho para coletar e integrar dados que realmente não são necessários.

### **3 METODOLOGIA**

O presente trabalho, é um estudo de caso. Esta técnica é utilizada quando busca realizar pesquisas aprofundadas e detalhadas sobre um ou vários objetos de uma forma que permita um amplo conhecimento (SILVA; MENEZES, 2005)

#### **3.1 Objeto de estudo**

O estudo de caso aconteceu em uma indústria do setor sucroalcooleiro na região do Vale do São Patrício no estado de Goiás. Tendo como principal atividade a produção de etanol, açúcar e a cogeração de energia. O trabalho tem como foco o setor de transporte de cana picada juntamente com a manutenção agrícola. O trabalho mostrará quais foram os resultados obtidos com a implantação da manutenção preventiva.

O objeto de estudo são 105 implementos rodoviários (70 semirreboques e 35 dollys), totalizando um total de 35 conjuntos com formação rodotrem (semirreboque-dolly-semirreboque), cavalo mecânico não incluído no estudo. Todos os implementos são da marca Rodofort e com data de fabricação por volta do ano de 2010.

#### **3.2 Coleta e interpretação de dados**

Os dados foram obtidos através do sistema GAtec Gestão Agroindustrial, especificamente no modulo de controle da oficina mecanizada (GAtec\_Ofi). No qual foi obtido dados do ano de 2018 e posteriormente do ano de 2019 com intuito de comparação.

Diante dos dados, foi realizado filtros para obter informações necessárias para verificar os objetivos propostos neste trabalho, diante dos dados selecionados, a interpretação dos dados será realizada por meio de indicadores de manutenção.

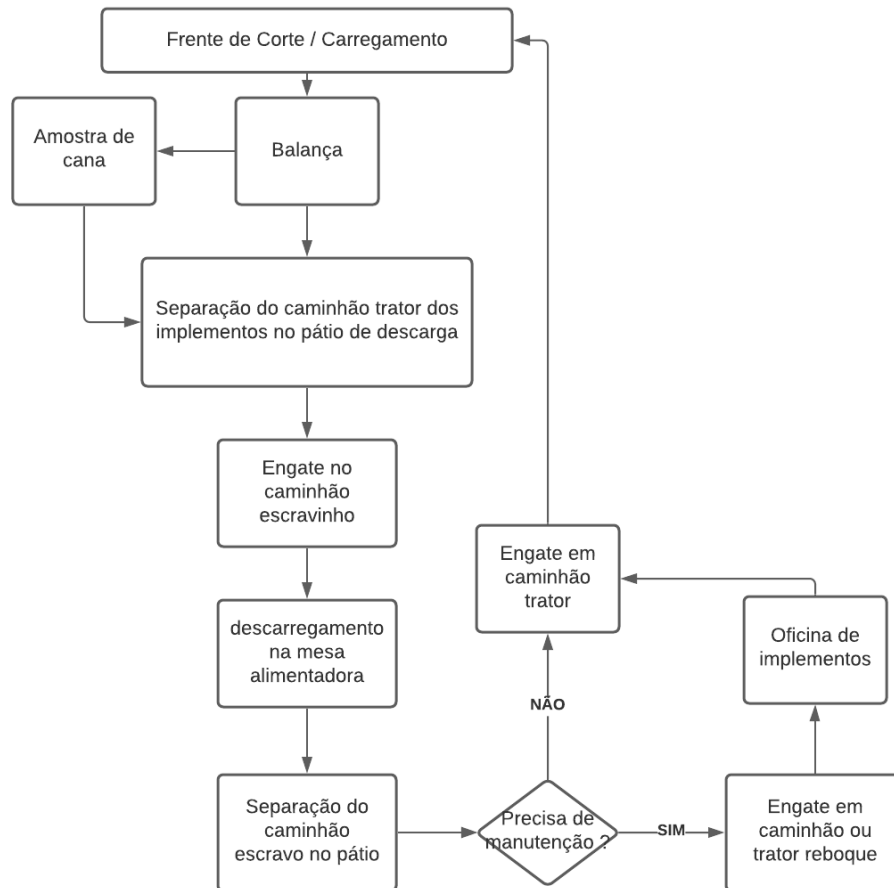
Lopes e Almeida (2018) enfatizam que a área de manutenção, como parte estratégica dos resultados do negócio, se faz necessário o acompanhamento dos números por meio de indicadores, no qual devem ser analisados, comparados e por fim definir estratégias de correção e crescimento. No qual um dos principais indicadores de competitividade é a disponibilidade de equipamentos. Em outras palavras, é extremamente importante para o departamento operacional ter máquinas disponíveis para atingir as metas de produção.



### 3.3 Implantação da manutenção preventiva

Inicialmente a manutenção era predominantemente corretiva conforme Figura 8. Ao analisar visualmente e depois a comparação através de dados foi comprovado baixa eficiência no setor de implementos rodoviários, havendo então diversos equipamentos parados aguardando manutenção, resultando em uma baixa disponibilidade de equipamentos.

**Figura 8 - Fluxograma antes da implantação da manutenção preventiva**



Fonte: Autor, 2021.

Com isso foi elaborado dois planos de manutenção, um se baseia basicamente em verificações, lubrificações e calibrações, denominado, plano de lubrificação sete dias, pois ocorria a cada sete dias, com a meta de uma hora para realização e o outro uma manutenção geral em todos os componentes.

Devido ao grande período de safra em que os implementos se mantêm em operação, esses equipamentos sofrem grandes desgastes, havendo assim um grande sucateamento, já que estes equipamentos estão em operação 24 horas diariamente, por cerca de sete a oito meses. Com isso, é necessário de um período maior de manutenção na entressafra, período aproximado

de cinco meses, o tempo se torna curto para atender os 105 implementos do estudo e todos os outros implementos rodoviários fora dele (carreta de palha, carreta de adubo, entre outros).

Assim foi criada uma manutenção preventiva que se assemelha a uma reforma, mas que acontece durante o período de safra. No qual foi denominado de “manutenção 35 dias”, pois são 35 conjuntos de implementos, um por dia, com meta de 24 horas para serem finalizadas. Mas ela é feita a cada 42 dias já que o domingo é usado para a folga da equipe de manutenção preventiva que trabalha no formato 6x1, trabalha 6 dias e folga 1.

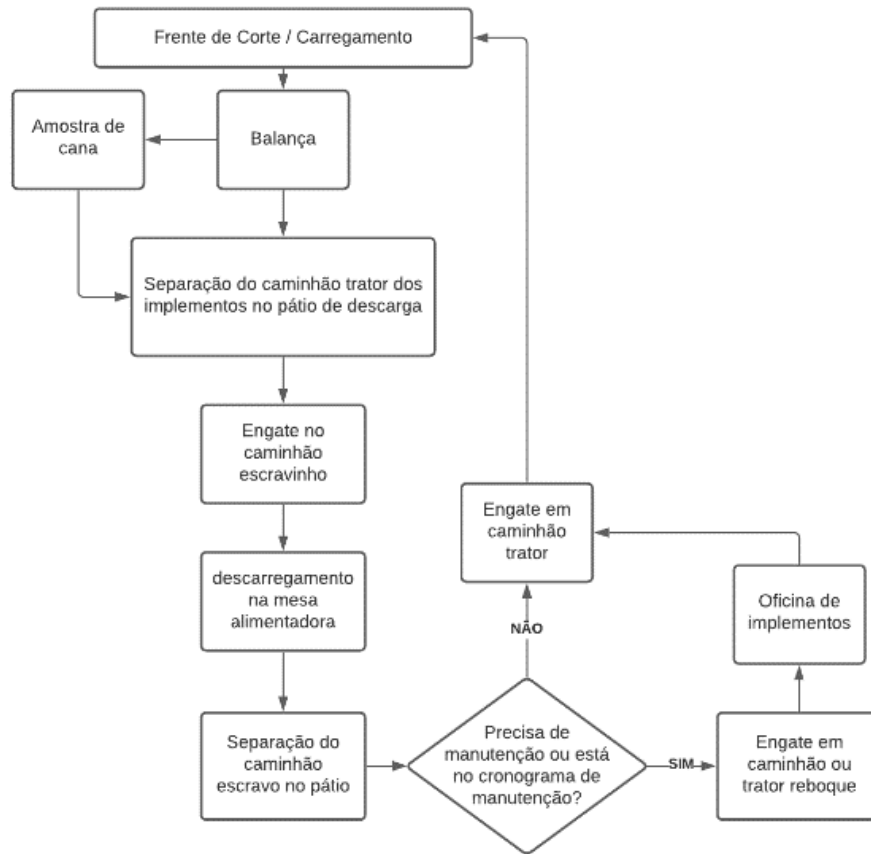
O cronograma de lubrificação atende todos os equipamentos do estudo, sendo realizado a lubrificação de 6 conjuntos por dia, com exceção do sábado que possui um total de 5 conjuntos. Destes 6 conjuntos, 1 conjunto se destina a manutenção de 35 dias.

O plano de lubrificação 7 dias possui os itens, nos APÊNDICES A e B, tendo ênfase em sistemas de segurança, como verificar: corrente do tombador (SR), cuícas de freio, catraca de freio, tomada elétrica, chicote elétrico, lanterna lateral, lanterna traseira, faixa refletivas, pneus, parafusos de roda, trincas no chassi (SR), caixa de carga (SR), perfil (SR), mesa de desgaste (SR), quinta roda (dolly) e vazamentos de ar. Lubrificação: eixo S, catraca de freio, pino da balança, boca de lobo (SR), ponteira (dolly), Quinta roda (dolly) e geral. Regular: Freio. Limpar: lanternas, faixas refletivas e quinta roda (dolly). Calibrar, medir sulcos e coletar número de fogo para atualização de inventário. Ocorrendo trocas de peças caso seja necessário e que a previsão não ultrapasse o tempo de 1 hora. Se sim, deve-se abrir uma corretiva.

Já o plano 35 dias, conforme APÊNDICES C e D, além de contemplar todos os itens do plano de 7 dias contem itens que são característicos de uma manutenção mais intensa, que necessita de maior quantidade de tempo para ser realizada. Como: verificar e trocar (se necessário): para-choque/ para-barro, paralamas, placas e lacre, pino rei (SR), boca de lobo(SR), reservatório de ar, suporte de molas e balança (buchas trincas e desgaste), verificar pino da balança, molejo, tirantes (bucha, parafuso e suporte), alinhamento, esfrega molas, freio (tambores, lonas e válvula), freio estacionário, embuchamento do eixo S, cubos, sapatas (inferior e superior), eixos, pneus (recapagem), rolamentos, rodas, mancais, ponteira (embuchamento e folga) (dolly), quinta roda (dolly). A meta é 24 horas, mas pode ultrapassar dependendo da gravidade dos danos.

Após a implantação da manutenção preventiva a Figura 9 representa a nova tomada de decisão.

**Figura 9 – Fluxograma depois da implantação da manutenção preventiva**



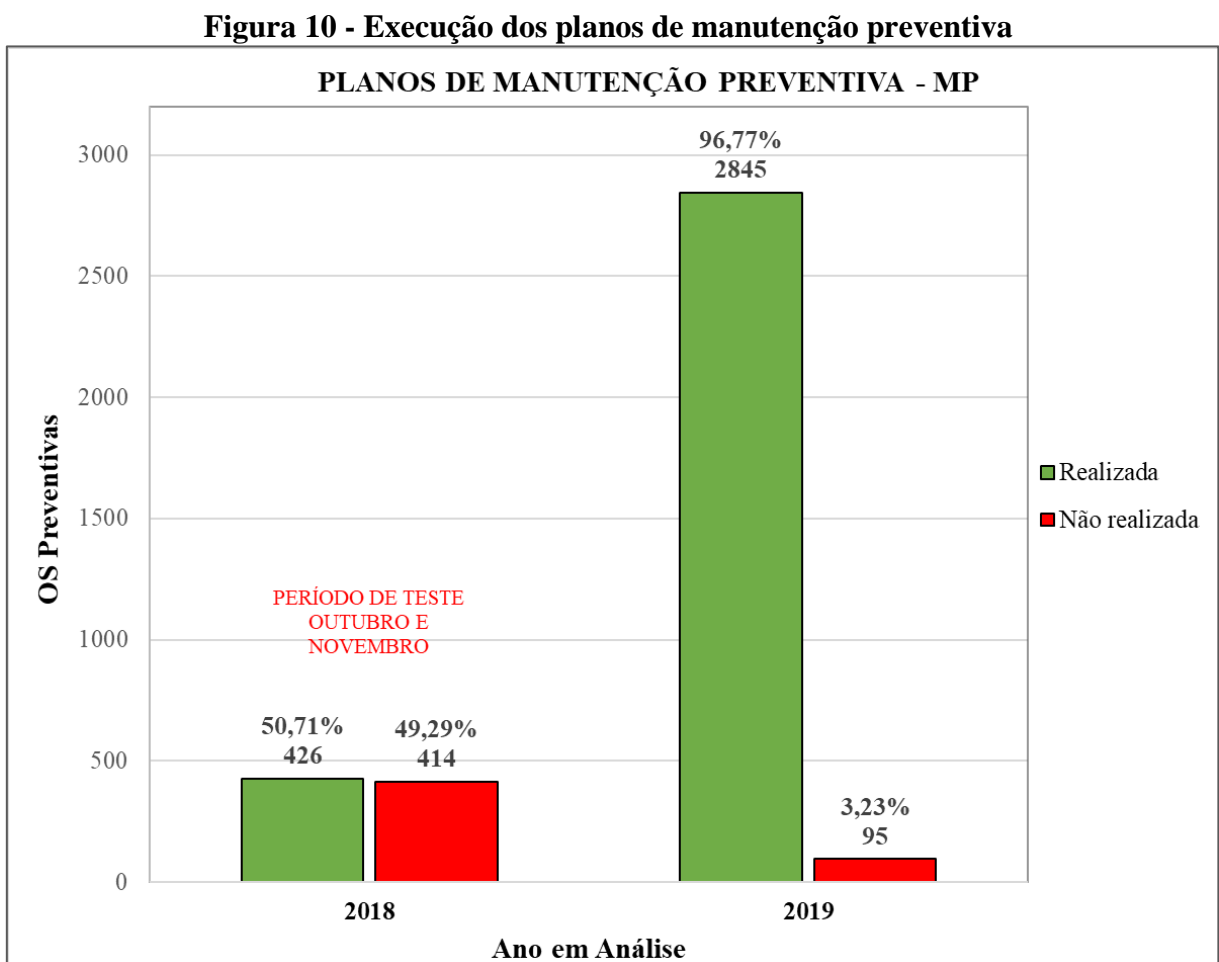
Fonte: Autor, 2021.

Antes de qualquer equipamento retornar para o campo é necessário checar o cronograma de manutenção para verificar se no dia em questão este equipamento não tem nenhum plano de manutenção.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Análise dos indicadores da manutenção

Para medir a eficiência da manutenção preventiva, primeiro é necessário saber se todas as ordens de serviço de manutenção preventiva foram realizadas. Em 2018 foi planejado 840 ordens, em 2019 foi planejado 2940 ordens de serviço. A Figura 10 mostra a quantidade de OS preventivas realizadas e não realizadas.



Adotado em 2018 a implantação teste da manutenção preventiva, no qual foi realizada nos meses de outubro e novembro com intenção de descobrir possíveis falhas que seriam enfrentadas em 2019 com a implantação definitiva.

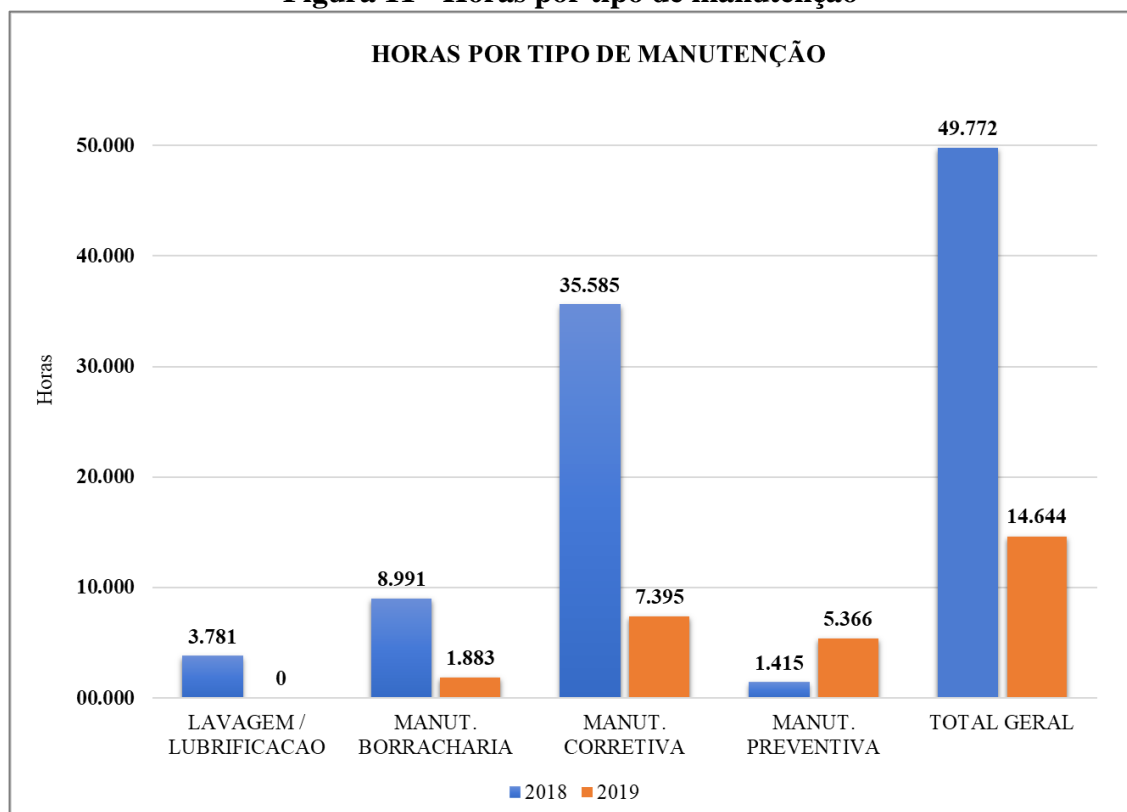
Pode-se perceber que ao realizar a implantação teste houve baixa taxa de aderência aos planos de manutenção, um valor tão baixo que não garante benefícios significativos para a manutenção. Valor que se dá devido ao pouco conhecimento da área de planejamento agrícola,

responsáveis pela logística de transporte, sobre o assunto, e a dificuldade de transporte entre o pátio de implementos e a oficina. Para surgir algum efeito nos indicadores, seria necessário um percentual acima de 90% de realizações de manutenções preventivas.

Ao analisar as taxas da safra de 2019 pode se ver que grande parte dos planos foram realizados, resultado obtido através do alinhamento com a equipe da agrícola, acordos com o responsável pela frota de cavalos mecânico terceirizado e treinamento com a equipe de manutenção. Como a taxa de realização de planos preventivos foi considerada boa, deve-se analisar os demais indicadores para verificar se teve resultados satisfatórios.

A Figura 11 representa a quantidade de horas paradas por tipo de manutenção, sendo, em 2018, 8% destinados a lavagem e lubrificação, 18% manutenções de borracharia, 71% corretivas, 3% manutenção preventiva planejada, sendo um total de 49.772 horas paradas. Já em 2020 não houve lavagem/lubrificação, 13 % das horas paradas foi devido a manutenção borracharia, 50 % corretivas e 37% preventivas, sendo um total de 14.644 horas durante o período.

**Figura 11 - Horas por tipo de manutenção**



Fonte: Autor, 2021.

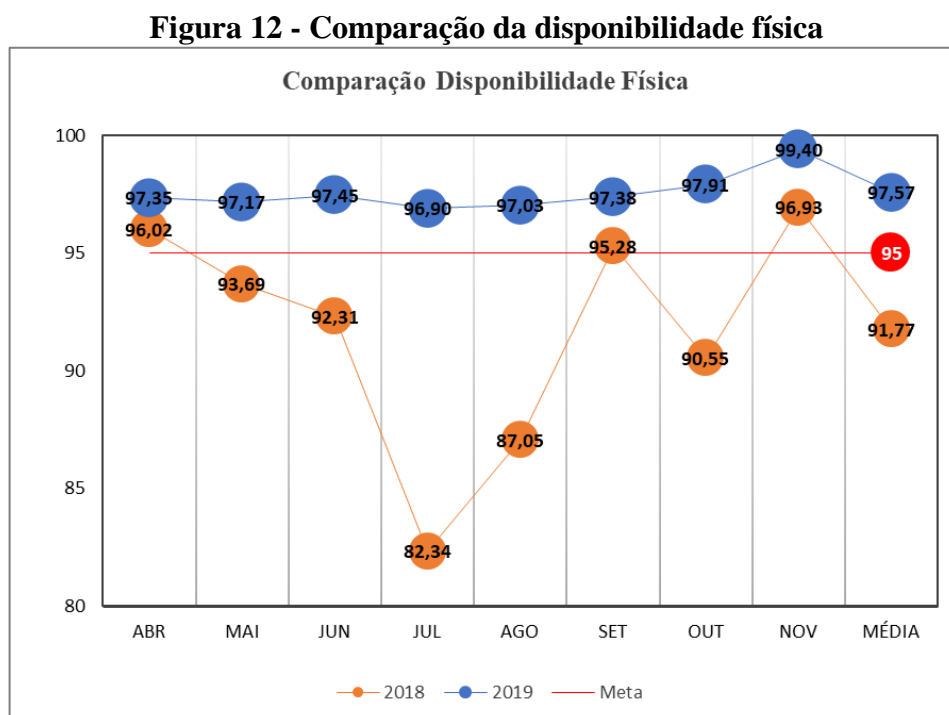
No parâmetro geral, houve redução de 35.128 horas, cerca de 70,58% das horas totais de 2018. Na junção de manutenção corretiva e manutenção borracharia que são manutenções

não programadas, em 2018, somam-se 44.576 horas comparado com os valores de 2019, houve uma redução total de 79,18%. Aumento significativo de 279,22% no quesito horas de manutenção preventiva e extinção de lavagem e lubrificação em 2019 fora do programado.

Com a implantação da manutenção preventiva, todas as lubrificações passaram a ocorrer conforme o cronograma, gerando benefícios para toda a manutenção, é o que justifica a extinção do indicador lavagem e lubrificação. A diminuição das horas de manutenção borracharia se dá pela calibragem corretas dos pneus, já que pneus murchos tentem a ter resistência menor e ser mais suscetíveis a furos. A redução impressionante da manutenção corretiva se dá pela lubrificação dos sistemas mecânicos e inspeções pontuais que evidenciam e solucionam desgastes prematuros, o que garantem a redução de paradas não programadas deixando assim de “apagar fogo” e tendo controle sobre a parada do equipamento.

Analisando os números gerais, pode se ver grande redução nas horas mecânicas, o que garante uma tranquilidade maior para a equipe de manutenção já que as horas de manutenção foram reduzidas significativamente. A partir do momento que se reduzem as manutenções não programadas, se reduzem os custos totais de manutenção, o que gera economia e maior produtividade. Os custos de uma empresa são reduzidos e a lucratividade aumenta.

A Disponibilidade física dos equipamentos é o indicador mais importante para este trabalho, já que é essencial para garantir o plano de produção funcionando corretamente. A Figura 12 apresenta a comparação entre a disponibilidade física do ano de 2018 e 2019.

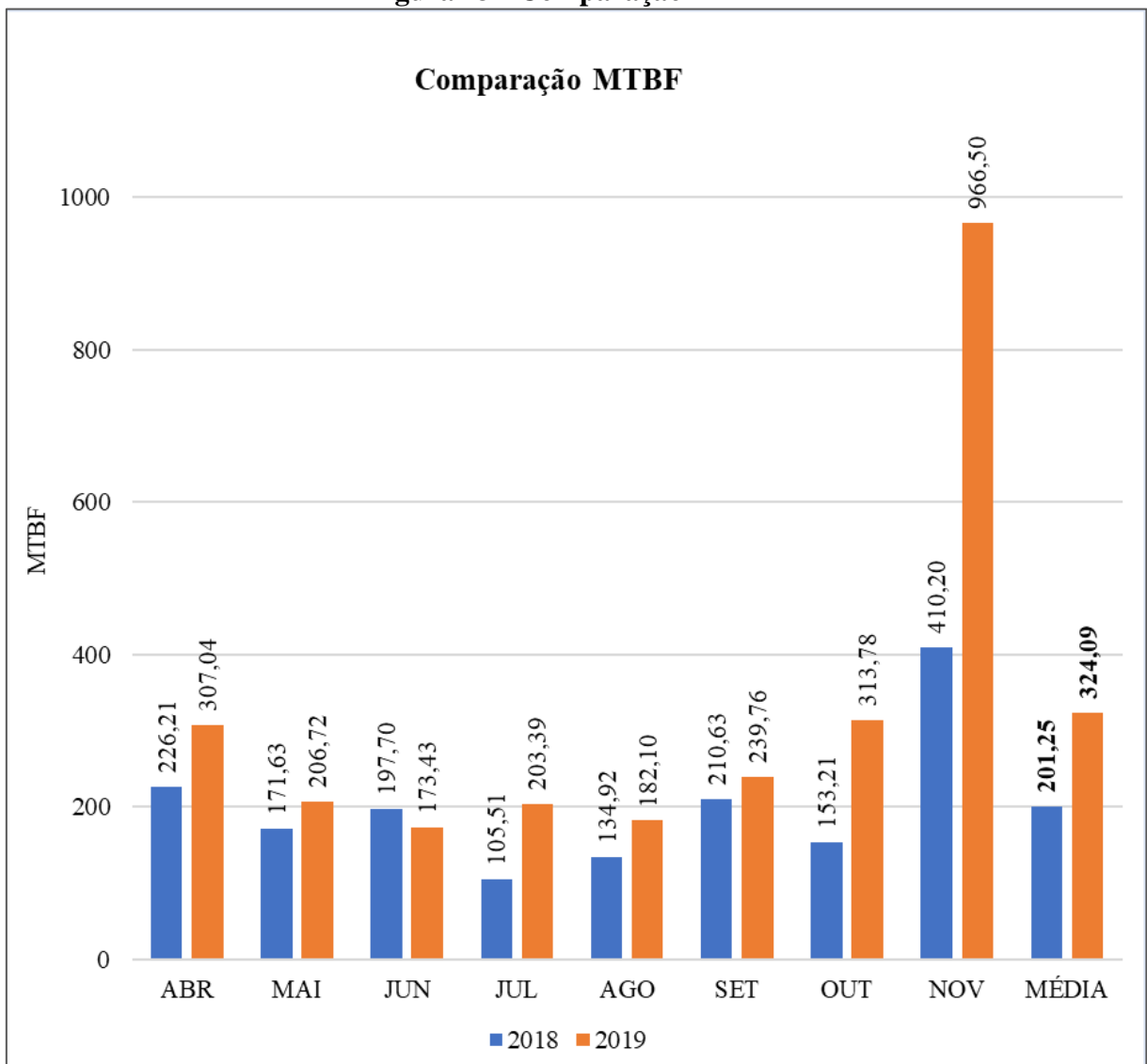


Fonte: Autor, 2021.

Em 2018, pode-se perceber que somente nos meses de abril, setembro e novembro a disponibilidade ficou acima da meta, nos meses de julho e agosto a disponibilidade ficou tão baixa que houve a parada de processo de colheita devido falta de implementos em operação. Já em 2019 após a implantação da manutenção preventiva pode-se observar que a disponibilidade física em todos os meses ficou acima da meta. Aumento de 5,95% na média anual, o que garante uma produção fluida, sem paradas, que afetariam significativamente a produção.

O indicador de MTBF é responsável por medir o tempo médio entre falhas, ou seja, de quanto em quanto tempo um equipamento irá falhar. A Figura 13 faz comparação MTBF do ano de 2018 com o ano de 2019.

**Figura 13 - Comparação MTBF**

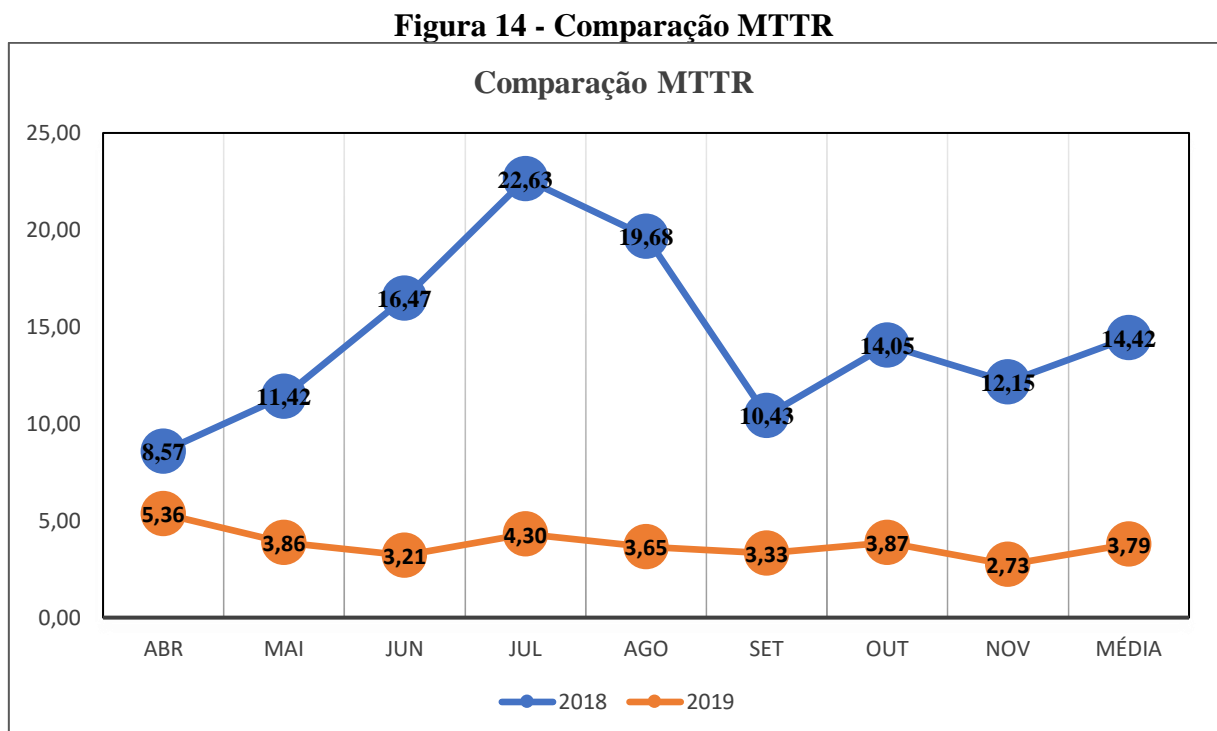


Fonte: Autor, 2021.

Verifica-se um aumento de 60% na média anual de tempo médio entre falhas. Este indicador está diretamente ligado com a quantidade de paradas do equipamento, quanto mais paradas, menor será seu valor, então, os equipamentos operaram por mais tempo em 2019, pois nesse ano observou-se menos falhas.

É possível perceber um aumento em quase todos os meses de 2019 das análises. A exceção se deu no mês de junho, cujo tempo médio entre falhas foi maior em 2018. Apesar que 2019 tenha um número maior de horas trabalhadas isso ocorreu devido ao maior número de falhas ocorridas, 428 em 2019 contra 353 em 2018. Houve um valor muito alto no mês de novembro, isso ocorre devido a aproximação do término da safra, as áreas de colheitas são reduzidas e com isso alguns equipamentos ficam em *standby*, em espera, aumentando o tempo entre falhas.

O MTTR é contabilizado quando o equipamento está em manutenção, o objetivo é que os reparos sejam realizados no menor tempo possível, já que a disponibilidade está diretamente ligada ao tempo de parada do equipamento. A Figura 14 mostra a comparação do MTTR do ano de 2018 com relação ao ano de 2019.



Fonte: Autor, 2021.

Percebe-se uma redução de 73,3% na média do tempo de reparo anual, além da redução no quesito geral, os resultados passam a ser mais homogêneos, com um desvio padrão de 0,79



em 2019 comparado com o desvio de 4,83 em 2018. Percebe-se, então, que a manutenção programada diminuiu o tempo de manutenção dos equipamentos em todos os meses analisados.

Foi realizado o acompanhamento dos itens mais críticos em corretivas, tendo como os principais itens pneu, sistema de freio e sistema elétrico representando grande parte dos itens abertos durante a safra. A Tabela 3 mostra a comparação entre o ano de 2018 e 2019.

**Tabela 3 - Itens de OS**

<b>Item</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>Total Geral</b>	<b>Redução</b>
Remendar pneu	1239	835	2074	32,6%
Regular freio	319	290	609	9,1%
Verificar elétrica	278	224	502	19,4%
Trocar lona de freio	113	130	243	-15,0%
Trocar balança	69	158	227	-129,0%
Trocar cuíca	66	58	124	12,1%
Verificar freio	65	54	119	16,9%
Verificar cuíca	56	49	105	12,5%
Trocar eixo	72	30	102	58,3%
Trocar mola	47	46	81	2,1%
Soldar perfil	49	27	76	44,9%
Completar óleo	38	28	66	26,3%
Calibrar pneu	36	28	64	22,2%
Soldar tirante	33	23	56	30,3%
Trocar molas	31	22	53	29,0%
Trocar corrente	27	20	47	25,9%
Verificar tirante	27	18	45	33,3%
Trocar boca de lobo	31	11	42	64,5%

Fonte: Autor, 2021.

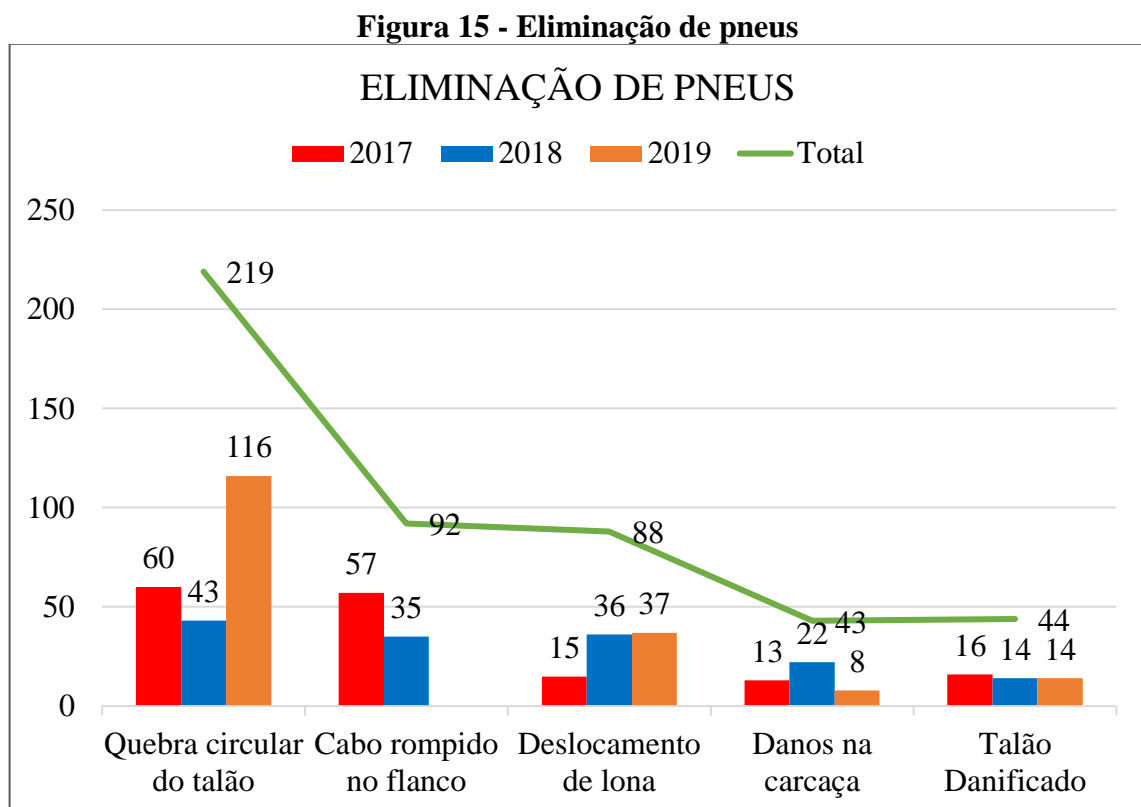
No quesito geral, houve redução em diversos itens fundamentais para a operação. Podendo se destacar a redução de 32,6% em intervenções com pneus, que representa grande custo de manutenção. Sistemas de freio com redução de 9,1% junto com a redução de 19,4% de parte elétrica, itens que além de grande importância para o equipamento são considerados itens de segurança.

Pode se notar que não se obteve redução no quesito lona de freio e balança, apesar de serem itens que estão fortemente presentes na manutenção preventiva. Um dos motivos do aumento do quesito das trocas de lona de freio foi o aumento da atenção na verificação deste item, causando a troca assim que se verifica o desgaste da pastilha de freio, evitando que o

implemento fique sem freio e ocorra algum acidente. Já a troca de balanças aumentou consideravelmente devido a troca do modelo e marca das balanças através do setor de compras da empresa na tentativa de economia, o que desencadeou um evento de quebras simultâneas até a retomada do modelo usado em 2018.

Com isso, foi percebido que não é possível fazer uma análise somente com base no item, mas sim, levando em questão o modelo, marca e fabricante o que não foi evidenciado neste estudo.

Pneus são o segundo custo mais alto da manutenção de frota e está em primeiro lugar nos itens mais abertos em ordem de serviço, com isso, a Figura 15 mostra os principais motivos no qual os pneus são eliminados.



Fonte: Autor, 2021.

Devido à grande durabilidade de um pneu, foi acrescentado os dados de 2017 para ter uma maior noção sobre as falhas referente a ele. No ano de 2017 e 2018 foram perdidos 394 pneus da medida 11.00R22, cerca de R\$ 500.000,00 já que cada pneu custa em média R\$ 1.300,00 com os valores de 2018/2019. Dentre os motivos prováveis que se destacaram, baixa pressão estava presente na maioria dos casos prováveis. Com intuito de reduzir perdas a rota de calibragem e inventariação foi instituída no plano de manutenção preventivo. Em 2019 foram

perdidos 205 pneus, um total de R\$ 266.500,00 se usar os valores de 2018/2019, pneu que hoje no mercado custa cerca de R\$ 2.400,00 cada.

Na comparação entre os anos 2018 e 2019, pode-se perceber que os valores de quebra circular do talão apresentaram aumento considerável no ano de 2019 (ano da implantação da calibragem). Esse aumento se deu devido a atenção redobrada que a equipe de borracharia passou a ter com os pneus, defeitos pontuais como este, eram ignorados nos outros anos. Prezando pela segurança, tanto da frota quanto da segurança humana esses pneus defeituosos foram eliminados. Houve redução de 100% quando se compara o defeito “cabo rompido no flanco”, redução de 63% no item “danos na carcaça”. Os demais itens não houve redução ou não houve aumento significativo.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho analisou a implantação da manutenção preventiva no setor de implementos rodoviários de uma empresa sucroalcooleira afim de saber se houve melhoras nos indicadores de manutenção após a implantação da manutenção preventiva. Ao analisar os resultados pode-se perceber que os resultados foram positivos, e os objetivos foram cumpridos.

Com os resultados percebe-se um aumento de 5,95% no quesito disponibilidade física alcançando a marca de 97,57%, um valor 2,57 % acima da meta estipulada. Redução de 35.128 horas mecânicas. Diminuição de 70,58% de manutenções não programadas. Aumento de 60% na média anual de tempo médio entre falhas (MTBF). Redução de 73,3% na média anual do tempo médio de reparo (MTTR). E diminuição de intervenções corretivas em diversos itens do implemento. Pode-se notar que a manutenção preventiva trouxe valores mais constantes nos indicadores de performance, valores que se repetiam durante os meses sem muita discrepância.

Diante disso, esse trabalho trata da implantação da manutenção preventiva, na qual foi ignorado os possíveis erros por parte humana. Trata-se no âmbito geral a qual não são comparados modelo e marcas. Recomenda-se fazer um estudo mais aprofundado, com mais variáveis e apresentando o custo real dos itens estudados.

Como sugestão para os próximos trabalhos, a necessidade de implantação da termografia em implementos rodoviários com intuito de redução de falha em rolamentos, freios e desgaste prematuro de pneus.

Diante dos pontos destacados, e respondendo à questão problema exposta no início do trabalho, pode se concluir que a manutenção preventiva trouxe vários benefícios para todo o setor de transporte, elevando a produção, aumento da disponibilidade, aumento do tempo médio entre falhas, e redução do tempo médio de reparo e redução de intervenções corretivas.

## REFERÊNCIAS

A.M PNEUS RECAPAGEM. **Conheça nosso processo**, 2017. Disponível em: <<http://recapagemampneus.com.br/nosso-processo>>. Acesso em: 11 Dezembro 2021.

ANIP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICO. **Dicas e Manutenção**, 2013. Disponível em: <<https://www.anip.org.br/dicas-e-manutencao/>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

ANIP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICO. **Bridgestone explica as estruturas e materiais que compõem os pneus**, 2018. Disponível em: <<https://www.anip.org.br/releases/bridgestone-explica-as-estruturas-e-materiais-que-compoem-os-pneus/>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9762 - Veículo rodoviário de carga - Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

CARREIRA, M. L. **Desempenho operacional, econômico e energético do transporte de cana de açúcar: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 80. 2010.  
CARRETEIRO, R.; MOURA, C. **Lubrificantes e Lubrificação**. 2. ed. São Paulo: Makron books, 1998.

EMAINT. **Maintenance Key Performance Indicators (KPIs)**, 2019. Disponível em: <<https://www.emaint.com/works/cmms-kpi/>>. Acesso em: 11 Nov 2021.

FUENTES, F. F. E. **METODOLOGIA PARA INOVAÇÃO DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**. 208 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) –

Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2006.

GOLDENSTEIN, M.; FIGUEIREDO, M. D. A.; LUIZ, R. S. D. A. **A Indústria de Implementos Rodoviários e sua Importância para o Aumento da Eficiência do Transporte de Carga no Brasil**, 2006. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>>. Acesso em: 24 Nov 2021.

GREGÓRIO, G. F. P.; SANTOS, D. F.; PRATA, A. B. **Engenharia de manutenção**, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025493/>>. Acesso em: 08 Nov 2021.

INFRASPEAK. **Plano de Manutenção Preventiva: por que o seu não funciona e como medir sua eficácia**, 2021. Disponível em: <<https://blog.infraspeak.com/pt-br/plano-de-manutencao-preventiva-medir-eficacia/>>. Acesso em: 23 Nov 2021.

JORNAL do caminhoneiro. **Entenda porquê os pneus de caminhões e carretas carretas estão pegando fogo**, 2021. Disponível em: <<https://jornalcaminhoneiro.com/entenda-porque-os-pneus-de-caminhoes-e-carretas-carretas-estao-pegando-fogo/>>. Acesso em: 11 Dezembro 2021.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica - 3º Ed.** Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2009.

LIBRELATO. **Manual do proprietário**, 2017. Disponível em: <<https://www.librelato.com.br/materiais-download>>. Acesso em: 2021 Dezembro 02.

LOPES, J. N.; ALMEIDA, M. H. R. **Análise da Interdependência Entre Indicadores de Desempenho Aplicados na Manutenção de Equipamentos Móveis de Mineração**. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Pará, Campus universitário de Tucuruí. Tucuruí, Pará. 2018.

MENEGAZZI, M. M. **Avaliação do Material Ferro Fundido Nodular Austemperado**. Dissertação de mestrado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - RS, p. 89. 2020.

MORO, N. **Introdução à gestão da manutenção**. CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE SANTA CATARINA. FLORIANÓPOLIS, p. 33. 2007.

MUNDIM, J. U. C. **Uso de simulação de eventos discretos para o dimensionamento de frota para colheita e transporte de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de engenharia de transportes. São Paulo, p. 104. 2009.

NEVES , A. H. M. **Geoprocessamento aplicado ao estudo de roteirização do transporte Canavieiro**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Departamento de Agronomia. Goiania. 2015.

PEREIRA, C. C.; SILVEIRA, L. W. L. **Importância da gestão de pneus. Estudo de caso das práticas de manutenções em um operador logístico**. Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnólogo em Logística. Faculdade de Tecnologia de Jundiaí. Jundiaí. 2020.

PEREIRA, S. D. L. M. et al. **Um estudo exploratório da cadeia produtiva da recapagem de pneus**. Universidade de Caxias do Sul. Rio Grande do Sul, p. 18. 2010.

PINTO, A. K.; NASCIF, J. **Manutenção: Função Estratégica**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

PRODADITIVOS. **Como preservar os pneus do carro? Saiba que cuidados deve tomar!**, 2021. Disponível em: <<https://prodaditivos.com.br/como-preservar-os-pneus-do-carro-saiba-que-cuidados-deve-tomar/>>. Acesso em: 11 Dezembro 2021.

RODOFORT. **Rodotrem canavieiro**, 2010. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/en/document/view/12807697/cat-oficial-rodofort>>. Acesso em: 11 Dezembro 2021.

RODOKING. **Manual do proprietário canavieiro / reboque dolly**. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/386967300/Reboque-Dolly-Manual>>. Acesso em: 11 Dezembro 2021.

RODRIGUES, A. Mundo Logística. **LOGÍSTICA DE CANA-DE-AÇÚCAR: COMO MAXIMIZAR A EFICIÊNCIA E REDUZIR OS CUSTOS DO CAMPO ATÉ A USINA**, 2018. Disponível em: <<https://revistamundologistica.com.br/blog/achiles/logistica-de-cana-de-acucar-como-maximizar-a-eficiencia-e-reduzir-os-custos-do-campo-ate-a-usina>>. Acesso em: 08 Nov 2021.

RUMOR, G. K. NovaCana. **Ranking traz as 100 cidades brasileiras que mais produziram cana-de-açúcar em 2017, 2018**. Disponível em: <<https://www.novacana.com/n/cana/safra/ranking-100-cidades-brasileiras-mais-produziram-cana-de-acucar-2017-161018>>. Acesso em: 08 Nov 2021.

SANTOS, R. R. **Proposta de um Modelo de Gestão que faça o Controle Estratégico da Manutenção Preventiva Aplicado a Perfuratrizes**. Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Federal do Pará - Campus Universitário de Tucuruí. Tucuruí, p. 67. 2019.

SCHERNER , M. L. **Dimensionamento do sistema de freio de um semirreboque**. Universidade de Caxias do Sul, Departamento de Engenharia Mecânica. Caxias do Sul. 2013.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Universidade Federal de Santa Catarina, 3º Ed. Florianópolis, p. 121. 2005.

SILVA, J. E. A. R. **Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar**. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2006.

SILVEIRA, C. B. **Indicadores de performance da manutenção industrial**, 2012. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/indicadores-performance-manutencao-industrial/>>. Acesso em: 12 Nov 2021.



SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, R. F.; BRITO, J. N. **Gerenciamento de Indicadores de Desempenho da Manutenção**. Universidade Federal de São João del-rei, Departamento de Engenharia Mecânica (DEMEC). São João del-Rei. 2017.

VIANA, H. R. G. **Planejamento e controle de manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Qualitymark, 2002.

VILELA, D. M. **Estudo da dinâmica transversal veicular: uma abordagem numérica**. Universidade de Brasília - Departamento de Engenharia Mecânica. Brasília. 2015.

VIPAL. **Guia de danos e desgastes**, 2019. Disponível em: <<https://vipal.com/>>. Acesso em: 2021 Dezembro 11.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – ORDEM DE SERVIÇO 7 DIAS – SEMIRREBOQUE

<b>Ordem de Serviço (OS) - Preventiva 7 Dias - Semirreboques</b>					
Item	Operação		Sistema Veicular	Subsistema Veicular	Componente
	Descrição	Tarefa	Descrição	Descrição	Descrição
<b>1</b>	<b>Lubrificação</b>				
1.1	Verificar/Testar	Verificar vazamento de graxa	Lubrificador	Lubrificação	Graxeira
1.2	Lubrificar	Lubrificar todos pontos ( eixo S, Catraca, Balança, Boca de lobo, Mancais, Pino Rei etc ...)	Lubrificador	Lubrificação	Graxa
<b>2</b>	<b>Freios e Cubos</b>				
2.1	Verificar	Verificar corrente de elevação do tombador	Implemento	Implementos	Corrente de elevação
2.2	Trocar	Trocar corrente de elevação do tombador	Implemento	Implementos	Corrente de elevação
2.3	Verificar	Verificar cuíca de freio	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Cuíca
2.4	Trocar	Trocar cuíca de freio	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Cuíca
2.5	Verificar	Verificar catraca de freio	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Catraca de freio
2.6	Trocar	Trocar catraca de freio	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Catraca de freio
2.7	Regular	Regular freio	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Catraca de freio
<b>3</b>	<b>Sistema Elétrico</b>				
3.1	Verificar/Testar	Verificar tomada elétrica macho e fêmea	Sistema Elétrico	Sistema Elétrico	Tomada
3.2	Trocar	Trocar tomada elétrica macho e fêmea	Sistema Elétrico	Sistema Elétrico	Tomada
3.3	Verificar/Testar	Verificar chicote elétrico	Sistema Elétrico	Chicote elétrico	Chicote
3.4	Trocar	Trocar chicote elétrico	Sistema Elétrico	Chicote elétrico	Chicote
3.5	Verificar/Testar	Verificar suporte de lanternas	Sistema Elétrico	Sistema Elétrico	Suporte
3.6	Trocar	Trocar suporte de lanternas	Sistema Elétrico	Sistema Elétrico	Suporte
3.7	Verificar/Testar	Verificar lanterna lateral	Sistema Elétrico	Sistema Elétrico	Lanterna lateral
3.8	Trocar	Trocar lanterna lateral	Sistema Elétrico	Sistema Elétrico	Lanterna lateral
3.9	Verificar/Testar	Verificar lanterna traseira	Sistema Elétrico	Sistema Elétrico	Lanterna traseira
3.10	Trocar	Trocar lanterna traseira	Sistema Elétrico	Sistema Elétrico	Lanterna traseira
3.11	Trocar	Trocar lanterna traseira	Sistema Elétrico	Sistema Elétrico	Lanterna traseira
3.12	Limpeza	Limpeza da lanternas	Sistema Elétrico	Sistema Elétrico	Lanternas gerais
<b>4</b>	<b>Rodantes</b>				
4.1	Verificar/Testar	Verificar estado dos pneus	Pneus	Pneus	Pneu - Peças
4.2	Calibragem	Calibrar pneus	Pneus	Rodas	Pneu
4.3	Rota de inspeção	Pegar número de fogo para inventário	Pneus	Rodas	Pneu
4.4	Verificar/Testar	Verificar porca e parafuso das rodas	Pneus	Rodas	Parafuso
4.5	Trocar	Trocar porca e parafuso das rodas	Pneus	Rodas	Parafuso
<b>5</b>	<b>Chassis</b>				
5.1	Verificar/Testar	Verificar trincas (Chassi)	Chassi	Chassi	Chassi
5.2	Verificar	Verificar caixa de carga	Estrutura / Chassis	Estutura metálica	Caixa de carga
5.3	Verificar	Verificar perfil	Estrutura / Chassis	Estutura metálica	Perfil
5.4	Verificar	Verificar mesa	Estrutura / Chassis	Estutura metálica	Mesa

Fonte: Autor, 2021.

## APÊNDICE B – ORDEM DE SERVIÇO 7 DIAS – DOLLY

<b>Ordem de Serviço (OS) - Preventiva 7 Dias - Dolly</b>					
Item	Operação		Sistema Veicular	Subsistema Veicular	Componente
	Descrição	Tarefa	Descrição	Descrição	Descrição
<b>1</b>	<b>Lubrificação</b>				
1.1	Verificar/Testar	Verificar vazamento de graxa	Lubrificador	Lubrificação	Engraxadeira
1.2	Lubrificar	Lubrificar todos pontos ( eixo S, Catraca, Balança, Ponteira, Mancais, etc...)	Lubrificador	Lubrificação	Graxa
1.3	Limpeza	Limpar quinta roda	Lubrificador	Limpeza	Limpeza
1.4	Lubrificar	Lubrificar quinta roda	Comboio	Lubrificação	Graxa
<b>2</b>	<b>Segurança</b>				
2.1	Verificar/Testar	Verificar tarjas refletivas	Implemento	Implementos	Faixa
2.2	Trocar	Trocar tarjas refletivas	Implemento	Implementos	Faixa
2.3	Verificar	Verificar reservatório de ar	Implemento	Implementos	Reservatório de Ar
<b>3</b>	<b>Sistema de Suspensão</b>				
3.1	Verificar/Testar	Verificar suporte de molas e balança	Suspensão	Suspensão	Suporte
3.2	Verificar/Testar	Verificar balança (buchas, trincas e desgastes)	Suspensão	Suspensão	Balança
3.3	Verificar	Verificar pino da balança	Suspensão	Suspensão	Pino de balança
3.4	Verificar/Testar	Verificar molejo traseiro	Suspensão	Suspensão	Molejo
3.5	Verificar	Verificar esfrega mola	Suspensão	Suspensão	Esfrega mola
<b>4</b>	<b>Freios e Cubos</b>				
4.1	Verificar/Testar	Verificar sistema de ar (vazamentos)	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Sistema pneumático
4.2	Verificar/Testar	Verificar tambores, lonas e válvulas de freio	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Tambor
4.3	Verificar	Verificar cuíca de freio	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Cuíca
4.4	Verificar	Verificar catraca de freio	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Catraca de freio
4.5	Verificar	Verificar Eixo S	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Eixo S
4.6	Verificar	Verificar flexíveis de ar para freio	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Flexível de ar
4.7	Regular	Regular freio	Sistema de Freios/Cubos	Freio	Catraca de freio
<b>5</b>	<b>Rodantes</b>				
5.1	Verificar/Testar	Verificar estado dos pneus	Pneus	Pneus	Pneu - Peças
5.2	Verificar/Testar	Verificar porca e parafuso das rodas	Pneus	Rodas	Parafuso
5.3	Trocar	Trocar porca e parafuso das rodas	Pneus	Rodas	Parafuso
5.4	Calibragem	Calibrar pneus	Pneus	Rodas	Pneu
<b>6</b>	<b>Chassis</b>				
6.1	Verificar/Testar	Verificar trincas (Chassi)	Chassi	Chassi	Chassi
6.2	Soldar	Soldar trincas (Chassi)	Chassi	Chassi	Chassi
6.3	Verificar	Verificar mancal ferradura	Estrutura / Chassis	Estrutura metálica	Mancal ferradura
6.4	Verificar	Verificar cabeçalho	Estrutura / Chassis	Estrutura metálica	Cabeçalho
6.5	Verificar	Verificar folga no cabeçalho	Estrutura / Chassis	Estrutura metálica	Cabeçalho
6.6	Verificar	Verificar embuxamento do cabeçalho	Estrutura / Chassis	Estrutura metálica	Cabeçalho
6.7	Verificar	Verificar quinta roda	Estrutura / Chassis	Estrutura metálica	Quinta roda

Fonte: Autor, 2021.

## APÊNDICE C – ORDEM DE SERVIÇO 35 DIAS – SEMIRREBOQUE

<b>Ordem de Serviço (OS) - Preventiva 35 Dias - Semirreboques</b>				
Item	Operação		Subsistema Veicular	Componente
	Descrição	Tarefa	Descrição	Descrição
<b>1</b>	<b>Preparação do Equipamento</b>			
1.2	Verificar/Testar	Verificar para-choque / para barro	Implementos	Para barro
1.3	Trocar	Trocar para-choque / para barro	Implementos	Para barro
1.4	Verificar/Testar	Verificar paralamas	Implementos	Paralama
1.5	Trocar	Trocar paralamas	Implementos	Paralama
1.6	Verificar/Testar	Verificar placa e lacre	Implementos	Placa
1.7	Trocar	Trocar placa e lacre	Implementos	Placa
1.8	Verificar/Testar	Verificar pino rei	Pino	Pino
1.9	Tricar	Trocar pino rei	Pino	Pino
1.10	Verificar/Testar	Verificar chapa desgaste (mesa)	Implementos	Chapa
1.11	Trocar	Trocar chapa de desgaste (mesa)	Implementos	Chapa
1.12	Verificar/Testar	Verificar tarjas refletivas	Implementos	Faixa
1.13	Trocar	Trocar tarjas refletivas	Implementos	Faixa
1.14	Verificar	Verificar trava de engate (boca de lobo)	Implementos	Trava de engate
1.15	Trocar	Trocar trava de engate (boca de lobo)	Implementos	Trava de engate
1.16	Verificar	Verificar reservatório de ar	Implementos	Reservatório de Ar
1.17	Reparar	Reparar reservatório de ar	Implementos	Reservatório de Ar
1.18	Trocar	Trocar reservatório de ar	Implementos	Reservatório de Ar
1.19	Verificar	Verificar corrente de elevação do tombador	Implementos	Corrente de elevação
1.20	Trocar	Trocar corrente de elevação do tombador	Implementos	Corrente de elevação
<b>2</b>	<b>Sistema de Suspensão</b>			
2.1	Verificar/Testar	Verificar suporte de molas e balança	Suspensão	Suporte
2.2	Trocar	Trocar suporte de molas e balança	Suspensão	Suporte
2.3	Verificar/Testar	Verificar balança (buchas, trincas e desgastes)	Suspensão	Balança
2.4	Trocar	Trocar balança (buchas, trincas e desgastes)	Suspensão	Balança
2.5	Verificar	Verificar pino da balança	Suspensão	Pino de balança
2.6	Trocar	Trocar pino da balança	Suspensão	Pino de balança
2.7	Verificar/Testar	Verificar molejo traseiro	Suspensão	Molejo
2.8	Trocar	Trocar molejo traseiro	Suspensão	Molejo
2.9	Verificar/Testar	Verificar tirante fixo (bucha, parafuso fixação e suporte)	Suspensão	Tirante fixo
2.10	Trocar	Trocar tirante fixo (bucha, parafuso fixação e suporte)	Suspensão	Tirante fixo
2.11	Verificar/Testar	Verificar tirante c/ regulagem (parafuso, bucha e suporte)	Suspensão	Tirante com regulagem
2.12	Trocar	Trocar tirante c/ regulagem (parafuso, bucha e suporte)	Suspensão	Tirante com regulagem
2.13	Verificar/Testar	Verificar alinhamento dos tirantes	Suspensão	Tirante
2.14	Alinhar	Alinhar os tirantes	Suspensão	Tirante
2.15	Verificar	Verificar esfrega mola	Suspensão	Esfrega mola
2.16	Trocar	Trocar esfrega mola	Suspensão	Esfrega mola

<b>3 Freios e Cubos</b>				
3.1	Verificar/Testar	Verificar sistema de ar (vazamentos)	Freio	Sistema pneumático
3.2	Verificar/Testar	Verificar tambores, lonas e válvulas de freio	Freio	Tambor
3.3	Trocar	Trocar tambores, lonas e válvulas de freio	Freio	Tambor
3.4	Verificar	Verificar cuíca de freio	Freio	Cuíca
3.5	Trocar	Trocar cuíca de freio	Freio	Cuíca
3.6	Verificar	Verificar catraca de freio	Freio	Catraca de freio
3.7	Trocar	Trocar catraca de freio	Freio	Catraca de freio
3.8	Verificar/Testar	Verificar freio estacionário	Freio	Freio estacionário
3.9	Trocar	Trocar freio estacionário	Freio	Freio estacionário
3.10	Verificar	Verificar Eixo S	Freio	Eixo S
3.11	Trocar	Trocar Eixo S	Freio	Eixo S
3.12	Verificar	Verificar Embuchamento do eixo S	Freio	Embuchamento Eixo S
3.13	Trocar	Trocar Embuchamento do eixo S	Freio	Embuchamento Eixo S
3.14	Verificar	Verificar flexíveis de ar para freio	Freio	Flexível de ar
3.15	Trocar	Trocar flexíveis de ar para freio	Freio	Flexível de ar
3.16	Desmontar	Desmontar cubo traseiro 1	Cubo redutor 1º eixo	Cubo
3.17	Verificar	Verificar cubo traseiro 1	Cubo redutor 1º eixo	Cubo
3.18	Trocar	Trocar cubo traseiro 1	Cubo redutor 1º eixo	Cubo
3.19	Montar	Montar cubo traseiro 1	Cubo redutor 1º eixo	Cubo
3.20	Desmontar	Desmontar cubo traseiro 2	Cubo redutor 2º eixo	Cubo
3.21	Verificar	Verificar cubo traseiro 2	Cubo redutor 2º eixo	Cubo
3.22	Trocar	Trocar cubo traseiro 2	Cubo redutor 2º eixo	Cubo
3.23	Montar	Montar cubo traseiro 2	Cubo redutor 2º eixo	Cubo
3.24	Verificar	Verificar sapata superior	Eixo	Sapata superior
3.25	Trocar	Trocar sapata superior	Eixo	Sapata superior
3.26	Verificar	Verificar sapata inferior	Eixo	Sapata inferior
3.27	Trocar	Trocar sapata inferior	Eixo	Sapata inferior
3.28	Verificar	Verificar Eixo	Eixo	Eixo
3.29	Trocar	Trocar Eixo	Eixo	Eixo
3.30	Regular	Regular freio	Freio	Catraca de freio
<b>4 Sistema Elétrico</b>				
4.1	Verificar/Testar	Verificar tomada elétrica macho e fêmea	Sistema Elétrico	Tomada
4.2	Trocar	Trocar tomada elétrica macho e fêmea	Sistema Elétrico	Tomada
4.3	Verificar/Testar	Verificar chicote elétrico	Chicote elétrico	Chicote
4.4	Trocar	Trocar chicote elétrico	Chicote elétrico	Chicote
4.5	Verificar/Testar	Verificar suporte de lanternas	Sistema Elétrico	Suporte
4.6	Trocar	Trocar suporte de lanternas	Sistema Elétrico	Suporte
4.7	Verificar/Testar	Verificar lanterna lateral	Sistema Elétrico	Lanterna lateral
4.8	Trocar	Trocar lanterna lateral	Sistema Elétrico	Lanterna lateral
4.9	Verificar/Testar	Verificar lanterna traseira	Sistema Elétrico	Lanterna traseira
4.10	Trocar	Trocar lanterna traseira	Sistema Elétrico	Lanterna traseira
4.11	Limpeza	Limpeza da lanternas	Sistema Elétrico	Lanternas gerais
<b>5 Rodantes</b>				
5.1	Verificar/Testar	Verificar estado dos pneus	Pneus	Pneu - Peças
5.2	Retirar	Retirar pneus	Pneus	Pneu - Peças

5.3	Montar	Montar pneus	Pneus	Pneu - Peças
5.4	Calibragem	Calibrar pneus	Pneus	Pneu - Peças
5.5	Avaliação	Avaliação dos pneus para recapagem	Pneus	Pneu - Peças
5.6	Verificar/Testar	Verificar porca e parafuso das rodas	Rodas	Parafuso
5.7	Trocar	Trocar porca e parafuso das rodas	Rodas	Parafuso
5.8	Verificar/Testar	Verificar guias (Rodas)	Rodas	Roda
5.9	Trocar	Trocar guias (Rodas)	Rodas	Roda
<b>6</b>	<b>Lubrificação</b>			
6.1	Verificar/Testar	Verificar vazamento de graxa (Comboio)	Lubrificação	Engraxadeira
6.2	Lubrificar	Lubrificar todos pontos ( eixo S, Catraca, Balança, Boca de lobo, Mancais, Pino Rei, Cubos, etc ...)	Lubrificação	Graxa
<b>7</b>	<b>Chassis</b>			
7.1	Verificar/Testar	Verificar trincas (Chassi)	Chassi	Chassi
7.2	Soldar	Soldar trincas (Chassi)	Chassi	Chassi
7.3	Verificar/Testar	Verificar condições das lonas (telas)	Estrutura metálica	Lona
7.4	Trocar	Trocar condições das lonas (telas)	Estrutura metálica	Lona
7.5	Verificar/Testar	Verificar cabos de tensionamento da Lonas (tela)	Estrutura metálica	Cabo
7.6	Ajustar	Ajustar cabos de tensionamento da Lonas (tela)	Estrutura metálica	Cabo
7.7	Verificar/Testar	Verificar costura do olhal onde está fixada a corda de apoio de enlonação central	Estrutura metálica	Olhal
7.8	Ajustar	Corrigir costura do olhal onde está fixada a corda de apoio de enlonação central	Estrutura metálica	Olhal
7.9	Verificar/Testar	Verificar condições das cordas de enlonar/desenlonar	Estrutura metálica	Corda Enlonar
7.10	Trocar	Trocar condições das cordas de enlonar/desenlonar	Estrutura metálica	Corda Enlonar
7.11	Verificar/Testar	Verificar condições das cordas centrais de apoio para enlonar	Estrutura metálica	Corda Central
7.12	Trocar	Trocar condições das cordas centrais de apoio para enlonar	Estrutura metálica	Corda Central
7.13	Verificar/Testar	Verificar condições dos braços (empenos e danos na mola) e batedores	Estrutura metálica	Braço
7.14	Ajustar	Corrigir condições dos braços (empenos e danos na mola) e batedores	Estrutura metálica	Braço
7.15	Verificar	Verificar mancal ferradura	Estrutura metálica	Mancal ferradura
7.16	Trocar	Trocar mancal ferradura	Estrutura metálica	Mancal ferradura
7.17	Verificar	Verificar caixa de carga	Estrutura metálica	Caixa de carga
7.18	Soldar	Soldar caixa de carga	Estrutura metálica	Caixa de carga
7.19	Verificar	Verificar perfil	Estrutura metálica	Perfil
7.20	Soldar	Soldar perfil	Estrutura metálica	Perfil
7.21	Verificar	Verificar mesa	Estrutura metálica	Mesa
7.22	Soldar	Soldar mesa	Estrutura metálica	Mesa
<b>8</b>	<b>Finalização do Equipamento</b>			
8.1	Testar	Testes	Serviços Gerais	Serviço
8.2	Verificar	Checklist operação e segurança	Serviços Gerais	Serviço

Fonte: Autor, 2021.

## APÊNDICE D – ORDEM DE SERVIÇO 35 DIAS - DOLLY

<b>Ordem de Serviço (OS) - Preventiva 35 Dias - Dolly</b>				
Item	Operação		Subsistema Veicular	Componente
	Descrição	Tarefa	Descrição	Descrição
<b>1</b>	<b>Preparação do Equipamento</b>			
1.1	Verificar/Testar	Verificar placa e lacre	Implementos	Placa
1.2	Trocar	Trocar placa e lacre	Implementos	Placa
1.3	Verificar/Testar	Verificar ponteira	Pino	Ponteira
1.4	Tricar	Trocar ponteira	Pino	Ponteira
1.5	Verificar/Testar	Verificar tarjas refletivas	Implementos	Faixa
1.6	Trocar	Trocar tarjas refletivas	Implementos	Faixa
1.7	Verificar	Verificar trava de engate (boca de lobo)	Implementos	Trava de engate
1.8	Trocar	Trocar trava de engate (boca de lobo)	Implementos	Trava de engate
1.9	Verificar	Verificar reservatório de ar	Implementos	Reservatório de Ar
1.10	Reparar	Reparar reservatório de ar	Implementos	Reservatório de Ar
1.11	Trocar	Trocar reservatório de ar	Implementos	Reservatório de Ar
1.12	Verificar	Verificar corrente de segurança	Implementos	Corrente de segurança
1.13	Trocar	Trocar corrente de segurança	Implementos	Corrente de segurança
<b>2</b>	<b>Sistema de Suspensão</b>			
2.1	Verificar/Testar	Verificar suporte de molas e balança	Suspensão	Suporte
2.2	Trocar	Trocar suporte de molas e balança	Suspensão	Suporte
2.3	Verificar/Testar	Verificar balança (buchas, trincas e desgastes)	Suspensão	Balança
2.4	Trocar	Trocar balança (buchas, trincas e desgastes)	Suspensão	Balança
2.5	Verificar	Verificar pino da balança	Suspensão	Pino de balança
2.6	Trocar	Trocar pino da balança	Suspensão	Pino de balança
2.7	Verificar/Testar	Verificar molejo traseiro	Suspensão	Molejo
2.8	Trocar	Trocar molejo traseiro	Suspensão	Molejo
2.9	Verificar/Testar	Verificar tirante fixo (bucha, parafuso fixação e suporte)	Suspensão	Tirante fixo
2.10	Trocar	Trocar tirante fixo (bucha, parafuso fixação e suporte)	Suspensão	Tirante fixo
2.11	Verificar/Testar	Verificar tirante c/ regulagem (parafuso, bucha e suporte)	Suspensão	Tirante com regulagem
2.12	Trocar	Trocar tirante c/ regulagem (parafuso, bucha e suporte)	Suspensão	Tirante com regulagem
2.13	Verificar/Testar	Verificar alinhamento dos tirantes	Suspensão	Tirante
2.14	Alinhar	Alinhar os tirantes	Suspensão	Tirante
2.15	Verificar	Verificar esfrega mola	Suspensão	Esfrega mola
2.16	Trocar	Trocar esfrega mola	Suspensão	Esfrega mola
<b>3</b>	<b>Freios e Cubos</b>			
3.1	Verificar/Testar	Verificar sistema de ar (vazamentos)	Freio	Sistema pneumático
3.2	Verificar/Testar	Verificar tambores, lonas e válvulas de freio	Freio	Tambor
3.3	Trocar	Trocar tambores, lonas e válvulas de freio	Freio	Tambor
3.4	Verificar	Verificar cuíca de freio	Freio	Cuíca
3.5	Trocar	Trocar cuíca de freio	Freio	Cuíca
3.6	Verificar	Verificar catraca de freio	Freio	Catraca de freio
3.7	Trocar	Trocar catraca de freio	Freio	Catraca de freio

3.8	Verificar	Verificar Eixo S	Freio	Eixo S
3.9	Trocar	Trocar Eixo S	Freio	Eixo S
3.10	Verificar	Verificar Embuchamento do eixo S	Freio	Embuchamento Eixo S
3.11	Trocar	Trocar Embuchamento do eixo S	Freio	Embuchamento Eixo S
3.12	Verificar	Verificar flexíveis de ar para freio	Freio	Flexível de ar
3.13	Trocar	Trocar flexíveis de ar para freio	Freio	Flexível de ar
3.14	Desmontar	Desmontar cubo	Cubo redutor	Cubo
3.15	Verificar	Verificar cubo	Cubo redutor	Cubo
3.16	Trocar	Trocar tubo	Cubo redutor	Cubo
3.17	Montar	Montar cubo	Cubo redutor	Cubo
3.18	Verificar	Verificar sapata	Eixo	Sapata superior
3.19	Trocar	Trocar sapata	Eixo	Sapata superior
3.20	Verificar	Verificar Eixo	Eixo	Eixo
3.21	Trocar	Trocar Eixo	Eixo	Eixo
<b>4</b>	<b>Sistema Elétrico</b>			
4.1	Verificar/Testar	Verificar tomada elétrica macho e fêmea	Sistema Elétrico	Tomada
4.2	Trocar	Trocar tomada elétrica macho e fêmea	Sistema Elétrico	Tomada
4.3	Verificar/Testar	Verificar chicote elétrico	Chicote elétrico	Chicote
4.4	Trocar	Trocar chicote elétrico	Chicote elétrico	Chicote
4.5	Limpeza	Limpeza da lanternas	Sistema Elétrico	Lanternas gerais
<b>5</b>	<b>Rodantes</b>			
5.1	Verificar/Testar	Verificar estado dos pneus	Pneus	Pneu - Peças
5.2	Retirar	Retirar pneus	Pneus	Pneu - Peças
5.3	Montar	Montar pneus	Pneus	Pneu - Peças
5.4	Verificar/Testar	Verificar porca e parafuso das rodas	Rodas	Parafuso
5.5	Trocar	Trocar porca e parafuso das rodas	Rodas	Parafuso
5.6	Verificar/Testar	Verificar guias (Rodas)	Rodas	Roda
5.7	Avaliação	Avaliação dos pneus para recapagem	Pneus	Pneu - Peças
5.8	Trocar	Trocar guias (Rodas)	Rodas	Roda
<b>6</b>	<b>Lubrificação</b>			
6.1	Verificar/Testar	Verificar vazamento de graxa (Comboio)	Lubrificação	Engraxadeira
6.2	Lubrificar	Lubrificar todos pontos ( eixo S, Catraca, Balança, Boca de lobo, Mancais, Ponteira, Cubos, etc ...)	Lubrificação	Graxa
6.3	Lubrificar	Lubrificar quinta roda	Lubrificação	Graxa
<b>7</b>	<b>Chassis</b>			
7.1	Verificar/Testar	Verificar trincas (Chassi)	Chassi	Chassi
7.2	Soldar	Soldar trincas (Chassi)	Chassi	Chassi
7.3	Verificar/Testar	Verificar condições dos braços (empenos e danos na mola) e batedores	Estrutura metálica	Braço
7.4	Ajustar	Corrigir condições dos braços (empenos e danos na mola) e batedores	Estrutura metálica	Braço
7.5	Verificar	Verificar mancal ferradura	Estrutura metálica	Mancal ferradura
7.6	Trocar	Trocar mancal ferradura	Estrutura metálica	Mancal ferradura
7.7	Verificar	Verificar cabeçalho	Estrutura metálica	Cabeçalho
7.8	Verificar	Verificar folga no cabeçalho	Estrutura metálica	Cabeçalho
7.9	Verificar	Verificar embuchamento do cabeçalho	Estrutura metálica	Cabeçalho
7.10	Reparar	Reparar cabeçalho	Estrutura metálica	Cabeçalho
7.11	Trocar	Trocar cabeçalho	Estrutura metálica	Cabeçalho



7.12	Verificar	Verificar quinta roda	Estrutura metálica	Quinta roda
7.13	Trocar	Trocar quinta roda	Estrutura metálica	Quinta roda
<b>8</b>	<b>Finalização do Equipamento</b>			
8.1	Testar	Testes	Serviços Gerais	Serviço
8.2	Verificar	Checklist operação e segurança	Serviços Gerais	Serviço

Fonte: Autor, 2021.