



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP**  
**ESCOLA DE MINAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA**



**TARCISO PRATA PENA VIEIRA**

**PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UM CAMINHÃO  
BOMBA LANÇA DE CONCRETO DE UMA EMPRESA DA CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

**OURO PRETO - MG  
2023**

**TARCISO PRATA PENA VIEIRA**

**tarciso.vieira@aluno.ufop.edu.br**

**PROPOSTA DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PARA UM CAMINHÃO  
BOMBA LANÇA DE CONCRETO DE UMA EMPRESA DA CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

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

**Professor orientador:** DSc. Washington Luis Vieira da Silva

**OURO PRETO – MG  
2023**

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

V657p Vieira, Tarciso Prata Pena.

Proposta de um plano de manutenção para um caminhão bomba  
lança de concreto de uma empresa da construção civil. [manuscrito] /  
Tarciso Prata Pena Vieira. - 2023.

79 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Washington Luís Vieira da Silva.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola  
de Minas. Graduação em Engenharia Mecânica .

1. Máquinas - Manutenção e reparos. 2. Manutenção. 3. Construção  
civil - Manutenção. I. Silva, Washington Luís Vieira da. II. Universidade  
Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 621

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



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Tarciso Prata Pena Vieira**

**Proposta de um plano de manutenção para um caminhão bomba lança de concreto de uma empresa da construção civil**

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

Aprovada em 01 de Junho de 2023

### Membros da banca

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

Washington Luis Vieira da Siva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 06/07/2023



Documento assinado eletronicamente por **Washington Luis Vieira da Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/07/2023, às 21:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0558489** e o código CRC **D7BADFF0**.

A Deus dedico mais esta etapa vencida,  
meus pais e irmã pelo apoio.

A toda minha família pela confiança e  
companheirismo.

A gloriosa República Verdes Mares pela  
família e o aprendizado que me  
proporcionou.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus pela vida e oportunidade.

A minha mãe Roseane, meu maior exemplo, por todo amor, educação e tudo que fez e faz por mim.

A minha irmã Taciane por todo apoio e meu pai Tarciso pelos ensinamentos.

Ao meu orientador Washington, pela orientação e paciência neste trabalho.

A Escola de Minas, UFOP, DEMEC e os professores do curso de engenharia mecânica pelo ensino público de qualidade.

ADEM e diretoria por todo aprendizado.

A vida republicana de Ouro Preto, e todos os ensinamentos deixados, em especial a República Verdes Mares.

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.*

(Madre Teresa de Calcuta)

## RESUMO

Para as empresas de diversos setores da economia, a prática periódica da manutenção passou a ser estratégica de forma que os equipamentos possam obter o melhor desempenho e disponibilidade física, como forma de atender aos processos produtivos. Com base em evidência e análise de procedimentos, o trabalho tem como objetivo apresentar um plano de manutenção para um caminhão bomba lança de concreto de uma empresa da construção civil, equipamento que tem como função transportar grande quantidade de concreto em curto tempo e longo alcance, com análises sobre a importância da prática da limpeza e lubrificação do equipamento afim de evitar paradas não programadas devido a impurezas e materiais durante as operações. Para tanto, foi realizado como base teórica o estudo referente a manutenção, os métodos de manutenção, planejamento e controle da manutenção, indicadores de manutenção, plano de manutenção e treinamentos. A metodologia utilizada foi a pesquisa exploratória, de abordagem qualitativa, documental e estudo de caso. O resultado obtido foi uma proposta de um plano de manutenção com o objetivo de tentar reduzir o número de intervenções corretivas não planejada. Dessa forma, para elaboração do plano é apresentando informações sobre a empresa, dentre elas sobre o setor da manutenção, a descrição do equipamento estudado, o problema enfrentado pela empresa em relação ao equipamento e, por fim, a proposta do plano de manutenção contendo as informações sobre as atividade a serem realizadas, as partes do equipamento que deverão ser realizados os procedimentos da manutenção preventiva, o procedimento a ser executado e as ferramentas necessárias, a frequência em relação ao uso, os responsáveis por cada ação, onde deverá ser feito o registro da execução do plano e as inspeções regulares de limpeza, segurança e mecânica. Estudos mostram que executando o plano de manutenção conforme o elaborado nesse trabalho trazem benefícios como: melhor desempenho: a lavagem regular dos equipamentos garante que eles operem com eficiência máxima, mantendo a produtividade e o desempenho ideal, aumento da vida útil: remover resíduos e detritos dos equipamentos ajuda a prevenir o desgaste excessivo, a corrosão e outros danos, prolongando a vida útil dos mesmos, redução de falhas: a lavagem regular reduz a probabilidade de falhas e mau funcionamento, minimizando as intervenções e aumentando a confiabilidade dos equipamentos, economia de custos: a manutenção preventiva por meio da lavagem adequada pode ajudar a evitar reparos caros e substituições prematuras de peças, resultando em economia a longo prazo e segurança operacional: a limpeza adequada dos equipamentos ajuda a garantir que eles operem dentro dos padrões de segurança, minimizando os riscos de acidentes ou falhas relacionadas à sujeira acumulada. Portanto, expectativa é de que esse plano resulte em melhorias para manutenção e no processo geral, eliminando atividades desnecessárias e aumentando a disponibilidade física e a confiabilidade.

**Palavras-chave:** Plano de manutenção. Manutenção. Manutenção construção civil.



## ABSTRACT

*For companies from different sectors of the economy, the periodic practice of maintenance has become strategic so that the equipment can obtain the best performance and physical availability, as a way of meeting the needs of production processes. Based on evidence and analysis of procedures, the objective of this work is to present a maintenance plan for a concrete pump truck of a civil construction company, equipment whose function is to transport large amounts of concrete in a short time and long range, with analyzes on the importance of cleaning and lubricating the equipment in order to avoid unscheduled stops due to impurities and materials during operations. For that, a study regarding maintenance, maintenance methods, maintenance planning and control, maintenance indicators, maintenance plan and training was carried out as a theoretical basis. The methodology used was exploratory research, with a qualitative, documental and case study approach. The result obtained was a proposal for a maintenance plan with the objective of trying to reduce the number of unplanned corrective interventions. Thus, in order to prepare the plan, information about the company is presented, including information about the maintenance sector, the description of the equipment studied, the problem faced by the company in relation to the equipment and, finally, the proposal for the maintenance plan containing the information about the activities to be carried out, the parts of the equipment to be carried out, the preventive maintenance procedures, the procedure to be carried out and the necessary tools, the frequency in relation to use, those responsible for each action, where the record of plan execution and regular cleaning, safety and mechanical inspections. Studies show that executing the maintenance plan as elaborated in this work brings benefits such as: better performance: regular washing of equipment ensures that they operate at maximum efficiency, maintaining productivity and optimal performance, increased useful life: remove waste and debris of equipment helps to prevent excessive wear, corrosion and other damage, prolonging their useful life, reduction of failures: regular washing reduces the probability of failures and malfunctions, minimizing interventions and increasing equipment reliability, savings in Costs: Preventive maintenance through proper washing can help avoid costly repairs and premature part replacements, resulting in long-term savings and operational safety: Proper cleaning of equipment helps ensure that it operates within safety standards, minimizing the risks of accidents or failures related to accumulated dirt. Therefore, this plan is expected to result in improvements to maintenance and the overall process, eliminating unnecessary activities and increasing physical availability and reliability.*

**Key-words:** Maintenance plan. Maintenance. Construction maintenance.

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS**

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
CRLV	CERTIFICADO DE REGISTRO E LICENCIAMENTO DE VEÍCULO
EPI	EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL
MTBF	TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS
MTTR	TEMPO MEDIO DE REPARO
NBR	NORMA TÉCNICA
PCM	PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO
POP	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO
P	NÚMERO DE PARADAS
TD	TEMPO DE DISPONIBILIDADE
TM	TEMPO DE MANUTENÇÃO

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Parte 1 do plano de manutenção elaborado. ....	13
Figura 2 - Parte 2 do plano de manutenção elaborado. ....	14
Figura 3 - Fluxograma com as etapas do estudo. ....	18
Figura 4 - Fluxograma do processo produtivo. ....	22
Figura 5 - Oficina instalada para demandas da manutenção. ....	23
Figura 6 - Organograma da equipe da manutenção. ....	24
Figura 7 - Vistoria de segurança de um trator agrícola. ....	27
Figura 8 - Laudo Eletromecânico para um trator agrícola. ....	28
Figura 9 - Etiqueta de identificação de um trator agrícola. ....	29
Figura 10 - Relatório de frota. ....	30
Figura 11 - 1º Parte do relatório contendo informações do equipamento. ....	31
Figura 12 - 2º Parte do relatório contendo as informações sobre o período da parada. ....	32
Figura 13 - Relatório gerencial de máquinas paradas em manutenção. ....	32
Figura 14 - Controle mensal da disponibilidade mecânica de cada tipo de equipamento. ....	33
Figura 15 - Controle semanal de indicadores de manutenção de cada tipo de equipamento. ...	33
Figura 16 - Caminhão Bomba. ....	34
Figura 17 - Chassi caminhão bomba lança de concreto. ....	36
Figura 18 - Bomba de concreto. ....	37
Figura 19 – Tremonha. ....	38
Figura 20 - Lança de concreto. ....	39
Figura 21 - Mangueira de bombeamento. ....	39
Figura 22 - Painel de Controle. ....	40
Figura 23 – Estabilizador. ....	41
Figura 24 - Ordem de serviço relacionada à primeira falha do equipamento. ....	44
Figura 25 - Dados de avaria da primeira falha. ....	45

Figura 26 - Ordem de serviço referente a segunda falha do equipamento. ....	46
Figura 27 - Dados de avaria relacionado à segunda falha. ....	47
Figura 28 - Limpeza com ar comprimido. ....	51
Figura 29 - Ordem de serviço de manutenção. ....	53
Figura 30 - Descrição de serviços executados. ....	54
Figura 31 - Inspeção relacionada à limpeza do caminhão bomba lança de concreto. ....	55
Figura 32 - Check list de segurança pré operação. ....	56
Figura 33 - Check list de inspeção mecânica para o equipamento. ....	57
Figura 34 - Plano de manutenção elaborado para o caminhão bomba lança de concreto. ....	58

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Variáveis e Indicadores. ....	20
Tabela 2 - Etapas para elaboração do plano. ....	49

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	Formulação do Problema.....	1
1.2	Justificativa.....	3
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	Geral .....	3
1.3.2	Específicos.....	3
1.4	Estrutura do Trabalho .....	4
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
2.1	Definição de Manutenção .....	5
2.2	Métodos da manutenção .....	5
2.2.1	Manutenção Corretiva .....	6
2.2.2	Manutenção Preventiva .....	6
2.2.3	Manutenção Preditiva .....	7
2.3	Planejamento e Controle da Manutenção .....	8
2.4	Indicadores de manutenção .....	9
2.5	Plano de Manutenção.....	11
2.6	Treinamentos da manutenção .....	15
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>16</b>
3.1	Tipo de pesquisa .....	16
3.2	Materiais e Métodos .....	17
3.3	Variáveis e Indicadores .....	19
3.4	Instrumento de Coleta de Dados.....	20
3.5	Tabulação dos dados.....	20
3.6	Considerações finais .....	20
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>21</b>
4.1	Características da empresa.....	21
4.2	Setor da manutenção.....	23
4.2.1	PCM - Planejamento e Controle da Manutenção da empresa .....	24
4.2.2	Atividades realizadas pela manutenção.....	24
4.2.3	Pontos de melhoria .....	33
4.3	Descrição do equipamento estudado .....	34
4.3.1	Função .....	35

4.3.2	Partes do equipamento.....	35
4.3.3	Processo de operação.....	41
4.4	Problemas enfrentados pela empresa em relação ao equipamento.....	43
4.5	Proposta de elaboração do plano de manutenção para o equipamento.....	49
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>60</b>
5.1	Conclusão .....	60
5.2	Recomendações .....	61
	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>62</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Formulação do Problema

É notável a cooperação e utilização de equipamentos mecânicos em larga escala para a produção das grandes organizações. Para as empresas de diversos setores da economia, a prática periódica da manutenção passou a ser estratégica de forma que os equipamentos possam obter o melhor desempenho e disponibilidade física, como forma de atender aos processos produtivos.

Logo, a manutenção se torna fundamental para atender a diversos aspectos produtivos, como por exemplo: produtividade, vida útil e segurança dos maquinários. Dessa forma, a NBR 5462 *apud* Xenus (1998, p. 18) define manutenção como:

A combinação de ações técnicas administrativas, incluído as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Ou seja, manter significa fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido.

Buscando competitividade e excelência operacional dentro das organizações, é fundamental as funções estratégicas assumidas pela manutenção, conseqüentemente, a melhor gestão da atividade. Assim, é importante buscar as melhores estratégias com o intuito de garantir o aumento dos índices de confiabilidade dos processos, com maior facilidade em atingir as metas, controlando e prevendo custos.

Para Viana (2002), o PCM - Planejamento e Controle de Manutenção contribui para uma gestão da manutenção mais assertiva através da aplicação adequada das técnicas. O autor ressalta que com o intuito de atender as demandas, melhorar os processos e a fim de garantir o rigoroso funcionamento de maquinários, o PCM é uma atividade que propõe coordenar todos os exercícios desenvolvidos pela manutenção de forma eficiente.

Sendo assim, o PCM pode ser aplicado para o beneficiamento de diversos setores da economia, como a construção civil. A boa aplicação favorece o acompanhamento das atividades de campo relacionados à manutenção de equipamentos e maquinários para maior rapidez e qualidade na entrega dos projetos. Ela pode ser aplicada, dentre outras, nas operações de: escavação, terraplenagem, execução de drenagem superficial e profunda, lançamento de pré-moldados, concretagem de dispositivos de drenagem, construção de edificações e bens públicos.



Os contaminantes presentes nos maquinários após uso das operações das construções civis podem acarretar em muitos problemas, como defeitos e paradas não programadas dos mesmos. Tais transtornos afetam o planejamento da execução dos projetos, influenciando diretamente na economia da empresa, além da importância para o operador de trabalhar em ambientes higienizados para uma operação mais tranquila e segura.

Neste sentido, é fundamental a limpeza como forma de manutenção com a finalidade de remoção de impurezas, contaminantes e agentes corrosivos. Uma das práticas preditivas para diminuir as falhas é a aplicação do POP -Procedimento Operacional Padrão, que visa definir um padrão para os mais diversos procedimentos. Além de tudo, vale ressaltar que segundo Kardek *et al* (2002) a manutenção autônoma é realizada pelos próprios operadores com simples ajustes e regulagem, tal qual limpeza e lubrificação, com o propósito de manter a melhor funcionalidade produtiva.

Portanto, é preciso sempre haver evolução dos processos através de estudos e análises para melhoria do plano de manutenção e padronização do processo, seja com novas tecnologias ou melhor treinamento dos funcionários, de modo a sempre atentar à segurança do trabalho e ao meio ambiente.

Dessa forma, para efeito de aplicação, foi escolhido um caminhão bomba lança de concreto de uma empresa da construção civil para realização de plano de manutenção, devido às paradas não programadas por falta de limpeza.

Um caminhão bomba lança de concreto é uma ferramenta essencial para uma empresa de construção civil, pois permite que o concreto seja transportado e despejado com precisão em locais de difícil acesso ou em grandes alturas. Isso aumenta a eficiência e a segurança do trabalho, reduzindo o tempo necessário para finalizar um projeto e minimizando os riscos de acidentes.

Além disso, a utilização de um caminhão bomba lança de concreto também pode melhorar a qualidade do trabalho realizado pela empresa, já que permite que o concreto seja aplicado de forma uniforme e controlada, garantindo assim um acabamento mais homogêneo e resistente. Assim, diante do problema enfrentado pela empresa relacionado às perdas devido à falta de padronização de uma atividade de manutenção relacionado à limpeza e higienização que proporcionou paradas não programadas, propõe-se um plano de manutenção para o equipamento estudado.

Diante do contexto, tem-se a seguinte problemática:

## **Como propor um Plano de Manutenção para um Caminhão Bomba lança de concreto de uma empresa da construção civil?**

### **1.2 Justificativa**

A parada não programada de um equipamento, de acordo com Almeida (2017), pode trazer grandes prejuízos para a produção. Assim, para maior competitividade organizacional as empresas não admitem perdas e desperdícios, seja de recursos ou tempo. A manutenção é um investimento que gera retorno comprovados. Dessa forma, Xenos (1998) afirma que a manutenção é indispensável à produção, colocando-a em evidência para a excelência produtiva sendo base para todas as atividades.

Segundo Kardec e Nascif (2009), a manutenção preventiva tem como objetivo reduzir ou evitar a falha ou queda de desempenho, realizada obedecendo um planejamento já estabelecido. Porém, é necessário a gestão da prática. Assim, o PCM tem a função de praticar a programação e controle dos trabalhos executados pela equipe de manutenção (BRANCO FILHO 2006).

Para maior rapidez e qualidade na entrega dos projetos da área da construção civil é importante um plano elaborado para melhorar o desempenho dos equipamentos das atividades de campo. Com base em evidências e análises de procedimentos, o trabalho apresentado tem como justificativa apresentar um plano de manutenção com análises sobre a importância da prática da limpeza e lubrificação de um caminhão bomba lança de concreto a fim de evitar paradas não programadas devido a impurezas e matérias durante as operações que geram consequências como: o aumento do custo de operação, diminuição da confiabilidade e durabilidade do equipamento.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Geral**

Propor um Plano de Manutenção para um Caminhão Bomba lança de concreto de uma empresa da construção civil.

#### **1.3.2 Específicos**

- Realizar um estudo teórico sobre: manutenção, métodos de manutenção, Planejamento e Controle da Manutenção e Plano de manutenção;

- Elaborar um procedimento metodológico para estudar o setor e selecionar os equipamentos;
- Análises e comparação das paradas não programadas com a base teórica para propor um plano de manutenção de um caminhão bomba lança de concreto de uma empresa da construção civil.

#### **1.4 Estrutura do Trabalho**

Este trabalho está estruturado com base nos fundamentos dos teóricos: Xenos (1998), Kardec (2009), Takashina e Flores (2005), Viana (2002), Teles (2017), Falorca (2004), Branco Filho (2008), Lacombe e Heilborn (2006), Slack et al. (2007), entre outros.

No segundo capítulo é exposto o conceito de manutenção e sua importância para a produção. É abordado também sobre os Métodos de Manutenção, o Planejamento e Controle da Manutenção, seus indicadores, bem como o Plano de Manutenção, sua importância para garantir o bom funcionamento e a durabilidade dos equipamentos de uma indústria, evitando falhas frequentes e paradas na produção.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia, o tipo de pesquisa, materiais e métodos utilizados, as variáveis e indicadores, instrumento de coleta de dados, tabulação dos dados e considerações finais.

No quarto capítulo é apresentada uma proposta de Planejamento e Controle da Manutenção de uma empresa no ramo de construção civil.

Como conclusão busca-se responder sobre a problemática levantada de como propor um Plano de Manutenção de um Caminhão Bomba lança de concreto de uma empresa da construção civil.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Definição de Manutenção**

De acordo com Simei (2012), para o funcionamento regular e permanente das máquinas, equipamentos e instalações é necessário um conjunto de tratativas e ações técnicas, intervencionistas e indispensáveis definidas pela manutenção. Esses cuidados envolvem, dentre os principais fatores, a conservação, adequação, restauração, substituição e prevenção. Dessa forma, a manutenção tem como principal objetivo conservar e manter o melhor desempenho e integridade dos equipamentos. “Manter significa fazer tudo o que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido” (XENOS, 1998, p.18).

A atividade segundo Kardec *et al* (2002, p.22) tem como finalidade: “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados”.

Assim, o conceito de manutenção não se baseia apenas nos aspectos corretivos, preventivos e conservativos da atividade. Existem diversas definições, apesar de se resumir na confiabilidade dos processos, no aumento da disponibilidade física e na redução de custo.

### **2.2 Métodos da manutenção**

O papel da manutenção na busca da plena performance dos equipamentos de forma monitorada, permitindo prever possíveis falhas que possam gerar riscos de perda material, humana ou ambiental, deve seguir a política de proporcionar a utilização do conceito de confiabilidade (LAFRAIA, 2001). O autor ressalta a evolução da manutenção ao decorrer dos anos, passando pela manutenção corretiva, preventiva e preditiva.

Existem outras classificações criadas por autores além das três mais abordadas. Dessa maneira, Siqueira (2005) elenca outros dois métodos: Manutenção Proativa e Manutenção Detectiva tarefas da manutenção. Assim como para Kardec e Nascif (2006), a Manutenção Corretiva pode ser dividida em Não Planejada e Planejada. Os autores também abordam sobre métodos de Manutenção Detectiva e Engenharia de Manutenção.

Dessa forma, de acordo com Kardec e Nascif (2013, p.51 e 53):

Existe uma grande variedade de denominações das formas de atuação da manutenção onde essa variação está diretamente ligada à maneira que ocorre as intervenções. Os diversos tipos de manutenção podem ser considerados como políticas ou estratégias de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição gerencial ou política global da instalação, baseada em dados técnicos-econômicos (KARDEC e NASCIF, 2013, p. 51 e 53).

### **2.2.1 Manutenção Corretiva**

Para Xenos (1998, p.23), “a manutenção corretiva sempre é feita depois que a falha ocorreu”, ou seja, para o autor é a realização de uma tarefa inesperada para liberação de um equipamento. Assim, segundo Fleming (1997), esse método tem como principal função corrigir ou restaurar.

Kardec e Nascif (2009) classifica a manutenção corretiva em:

- Manutenção corretiva não planejada: caracterizada por um desempenho menor do que esperado, atuando em um fato já ocorrido. Por isso, geralmente influencia no aumento de custos derivados das perdas de produção em quebra inesperada, perda da qualidade do produto e alto custo indireto de manutenção;
- Manutenção corretiva planejada: caracterizada por um desempenho menor do que esperado ou por decisão gerencial para correção da falha, normalmente baseado na alteração dos parâmetros de condição apontados pela manutenção preditiva. O autor ainda ressalta que o método planejado é mais barato, rápido e seguro comparado ao não planejado.

Por fim, Xenos (1998, p.23) classifica a manutenção corretiva como uma boa opção quando é mais barato consertar uma falha do que tomar ações preventivas, sem esquecer as perdas por paradas na produção.

### **2.2.2 Manutenção Preventiva**

O método da manutenção preventiva é um importante item a ser considerado pelas organizações, pois ela visa antecipar as falhas dos equipamentos. Assim, é derivado de procedimentos mais elaborados estabelecidos internamente, além da capacitação e treinamento de equipes e peças para reposição antes mesmo do fim da vida útil, ou seja, baseia-se em garantir maior satisfação e plena disponibilidade para produção (SLACK *et al*, 2009).

Dessa forma, a gestão eficiente das peças de reposição também contribui para a redução de custos e aumento da produtividade. Com um controle adequado, é possível evitar a paralisação da produção por falta de peças, minimizar o tempo de espera para a reposição e otimizar o uso dos recursos financeiros da empresa (PALLEROSI, 2007).

De acordo com a NBR 5462/94, para alcançar esses objetivos, é fundamental contar com um sistema de gestão de estoque eficiente, que permita o monitoramento constante das peças disponíveis e dos prazos para reposição. Além disso, é importante estabelecer critérios claros para a seleção dos fornecedores e avaliar regularmente seu desempenho. Outra estratégia importante é investir em manutenção preventiva, que permite identificar problemas antes que eles se tornem mais graves e exigem a substituição de peças (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994).

Para Viana (2006) pode ser considerado uma “tranquilidade” operacional necessária para o bom andamento das atividades produtivas, efetuados em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, segundo NBR 5462:

Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha, ou a degradação do funcionamento de um item (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 5462/ 1994. p.7).

### **2.2.3 Manutenção Preditiva**

Xenos (1998) acredita que por se tratar de procedimentos estabelecidos e segmento de normas, pode se dizer que a manutenção preditiva está contida na preventiva. De acordo com o autor, é considerada uma ciência avançada por se tratar de uma técnica bem mais elaborada, exigindo o controle sob responsabilidade de pessoas qualificadas para o uso de tecnologias.

De acordo com Lott *apud* Kardec e Nascif (2009, p.47) “a manutenção preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na manutenção e tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitem a avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.”

Contudo, para Slack *et al* (2007), a manutenção preditiva é o método mais caro adotado. Para o autor, apesar de estender os intervalos de manutenção, o que possibilita máxima produção em um tempo maior, é necessário reparar ou substituir peças antes mesmo do fim da vida nas paradas programadas, além de possibilitarem um maior histórico de condição de vida de equipamentos e instalações.

### 2.3 Planejamento e Controle da Manutenção

Planejamento para Certo (2003 p. 103) “é o processo de determinar como a organização pode chegar onde deseja e o que fará para executar seus objetivos”. O mesmo ainda ressalta que planejar “é uma atividade gerencial fundamental independente do tipo de organização que esteja sendo gerenciado”. Dessa maneira, o autor afirma a contribuição do planejamento às expectativas futuras da empresa. “Os benefícios proporcionados às empresas que se utilizam da ferramenta planejamento são inúmeros. Pode-se destacar as possibilidades que venham a ser fomentadas para atingir as metas organizacionais” (SOUZA e SANTANA, 2012, p.6).

Assim, a fim de assegurar que sejam contínuos os planos e manter na direção correta os negócios, o controle é denominado como:

Uma função administrativa que consiste em medir e corrigir o desempenho de subordinados para assegurar que os objetivos e metas da empresa sejam atingidos e os planos formulados para alcança-los sejam realizados. Assim, controlar abrange (a) acompanhar ou medir alguma coisa, comparar resultados obtidos como previstos e tomar as medidas corretivas cabíveis; ou, de outra forma, (b) compreende a medida do desempenho em comparação com os objetivos e metas predeterminados; inclui coleta e a análise de fatos e dados relevantes, a análise das causas de eventuais desvios, as medidas corretivas e se necessário, o ajuste dos planos. (LACOMBE; HEILBORN, 2006, p. 173).

Branco Filho (2008, p.5) define Planejamento e Controle da Manutenção como: "conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa, usando os meios disponíveis”.

Dessa maneira, Sanitá *apud* Moreira Neto (2017) são decisivos em confirmar que as indústrias de maiores crescimentos necessitam de maior manutenção, sendo esta necessária haver planejamento para que a empresa não fique afetada. Assim, Sanitá *apud* Martins (2014) ressalta que são inevitáveis as falhas tanto nos processos de produção, como de produtos, porém há insucesso para as organizações caso haja consciência do que podem ocorrer e ignorar.

São perceptíveis os mais variados benefícios que o Planejamento e Controle da Manutenção podem trazer para as organizações. Algumas dessas vantagens, segundo Soares *apud* Fabro (2003), são: o aumento da eficiência da mão de obra direta ligadas ao aumento da produtividade dos executantes, momento adequado para paradas e a redução do tempo de paradas dos equipamentos, a redução da perda da mão de obra direta ligadas as informações

mais claras sobre o que fazer, o que usar, onde efetuar, quando executar, as ferramentas e materiais a usar e os sobressalentes durante a manutenção, dedicação dos membros das equipes a sua atividade principal preocupados em executar suas tarefas, aumenta a coordenação para evitar inconsistências, além da padronização dos procedimentos e análise de desvios de metas e medidas de correção.

Portanto, segundo Sanitá *apud* Branco Filho (2088) planejar e prevenir falhas passou a ser introduzido no cotidiano da equipe de manutenção, trazendo resultados positivos em respeito a confiabilidade e disponibilidade de máquinas e equipamentos, e também da diminuição dos perigos relacionados à segurança e saúde do trabalhador.

## 2.4 Indicadores de manutenção

Os indicadores de manutenção (*Mean Time Between Failures*), tempo médio entre as falhas, e *MTTR (Mean Time To Repair)*, tempo médio de reparo, são importantes para avaliar a eficiência da manutenção em uma empresa. O indicador de manutenção MTBF é uma métrica utilizada para medir a confiabilidade de um equipamento ou sistema. Ele representa o tempo médio que um equipamento ou sistema pode operar sem apresentar falhas ou interrupções, e é calculado dividindo-se o tempo total de operação pelo número de falhas ocorridas durante esse período (PIMENTEL *et al.*, 2012).

O MTBF é uma medida importante para empresas que dependem da disponibilidade contínua de seus equipamentos e sistemas, como as indústrias de produção em massa, os centros de dados e as empresas de telecomunicações. Com base no MTBF, essas empresas podem planejar suas atividades de manutenção preventiva e corretiva, reduzindo o tempo de inatividade não programado e aumentando a eficiência operacional (ZEN, 2011).

Além disso, o MTBF também pode ser usado como um indicador de confiabilidade de um produto ou sistema. Isso porque o MTBF é uma medida da média de tempo entre falhas, o que significa que quanto maior for o MTBF, mais confiável será o produto ou sistema em questão (ZEN, 2011).

Entretanto, o MTBF também pode ser usado para planejar a manutenção preventiva de um equipamento, permitindo que sejam realizadas intervenções antes que ocorram falhas e evitando assim paradas não programadas e prejuízos financeiros. Em resumo, o MTBF é uma métrica importante para avaliar a qualidade e confiabilidade de um produto ou sistema, além de ser útil na gestão da manutenção preventiva (PIMENTEL *et al.*, 2012).



O indicador MTTR é uma métrica utilizada para medir o tempo médio necessário para reparar uma falha ou problema em um equipamento ou processo. Ele é amplamente utilizado em indústrias e empresas que dependem de máquinas e equipamentos para operar, como a indústria automotiva, de petróleo e gás, entre outras (MENDES, 2021).

O MTTR é calculado dividindo-se o tempo total de parada do equipamento pelo número de vezes que ele precisou ser reparado durante um determinado período. Esse indicador é importante porque ajuda as empresas a identificar problemas recorrentes em seus processos e equipamentos, permitindo que elas tomem medidas preventivas para evitar futuras interrupções na produção (PIMENTEL *et al.*, 2012).

Dessa forma, o MTTR também pode ser usado como uma ferramenta de benchmarking para comparar o desempenho da empresa. Ao comparar o MTTR de diferentes empresas, é possível identificar aquelas que estão tendo um desempenho melhor ou pior em relação à média do mercado. Isso pode ser útil para entender quais são as melhores práticas e estratégias adotadas pelas empresas com melhor desempenho e, assim, buscar implementá-las na própria organização (MENDES, 2021).

Diante disso, o uso do MTTR como ferramenta de benchmarking também pode ajudar a identificar oportunidades de melhoria na empresa. Ao comparar o próprio MTTR com o de outras empresas, é possível identificar onde a organização está ficando para trás e buscar soluções para melhorar seu desempenho (ZEN, 2011).

Por fim, é importante lembrar que o MTTR não deve ser utilizado como única métrica para avaliar o desempenho da empresa. É preciso considerar outras métricas e indicadores para avaliar o desempenho de uma empresa além do lucro financeiro. Embora o lucro seja importante, ele não é a única medida de sucesso de uma empresa. Outras métricas e indicadores, como satisfação do cliente, engajamento dos funcionários, impacto social e ambiental, devem ser levados em consideração ao avaliar o desempenho de uma empresa (MENDES, 2021).

Enquanto o MTBF mede o tempo médio entre as falhas de um equipamento, ou seja, quanto tempo ele funciona sem apresentar problemas, o MTTR mede o tempo médio necessário para reparar um equipamento após uma falha. Por isso esses indicadores são úteis para identificar pontos críticos na produção e planejar ações preventivas ou corretivas (DIAS e MELO, 2021).

Um alto MTBF indica que o equipamento está funcionando bem e não precisa de muita manutenção, enquanto um alto MTTR pode indicar que há problemas na equipe de

manutenção ou no processo de reparo. Por isso, é importante monitorar esses indicadores regularmente e buscar melhorias contínuas na gestão da manutenção (MENDES, 2021).

## 2.5 Plano de Manutenção

Segundo Boto *apud* Leite (2009), o plano de manutenção tem a finalidade de propor previsões e planejar ações de manutenção, definido como um conjunto de especificações desenvolvidas no âmbito do processo de manutenção. Dessa maneira, representam a descrição da estratégia que a empresa assume para manutenção (VIANA,2002).

Para Xenos (1998), ao utilizar o planejamento em conjunto com processos de padronização, é possível identificar e mapear diversas interferências antes da execução, analisando os riscos ao máximo e agindo de maneira preventiva. A implementação adequada de procedimentos operacionais padrão (POP) pelo planejamento traz diversos benefícios, como maior confiabilidade, previsibilidade dos recursos, disponibilidade de mão de obra e peças de reposição, resultando em um melhor controle dos custos de manutenção.

Um procedimento operacional padrão em um plano de manutenção pode variar dependendo do tipo de equipamento ou sistema a ser mantido. No entanto, existem algumas diretrizes gerais que podem ser seguidas ao desenvolver um POP para um plano de manutenção, como: o objetivo, responsáveis, ferramentas, procedimentos e inspeções.

A fase inicial para projetar um plano de manutenção é através da coleta de dados fornecendo todos os elementos presentes nas instalações e nos processos, identificando assim, todos os equipamentos e registros, facilitando acesso às informações e agilizando as análises e comparações (TELLES, 2017). Dessa forma, para Falorca (2004), inicialmente são definidas as ações mais prováveis de manutenção e as inspeções, presentes na manutenção preventiva e preditiva.

Um conhecimento mais profundo acerca das necessidades dos equipamentos se faz necessário, segundo Xenos (2004), para que um plano de manutenção preventiva seja eficiente. Isso permitirá que o plano seja elaborado de forma mais precisa e adequada às demandas específicas de cada máquina ou sistema. No entanto, é preciso que a equipe esteja comprometida em colocá-lo em prática e seguir as orientações estabelecidas. Muitas vezes, a falta de rigor na execução do plano é resultado da falta de conscientização por parte dos operadores sobre a importância da manutenção preventiva.

Para desenvolver um plano de manutenção eficiente, é necessário seguir alguns passos importantes. Primeiramente, é preciso identificar quais são os equipamentos e máquinas que precisam de manutenção regularmente. Em seguida, é importante definir qual será o tipo de manutenção a ser realizada em cada um desses equipamentos (CHIQUITO e VELOSO, 2018).

Entretanto, é fundamental estabelecer uma frequência para a realização das manutenções preventivas e corretivas. Essa frequência deve levar em consideração o tempo de uso dos equipamentos, as condições ambientais em que eles operam e outros fatores relevantes (MARQUES, 2003).

Outro ponto importante na elaboração do plano de manutenção é a definição das responsabilidades de cada membro da equipe envolvida no processo. É preciso deixar claro quem será responsável por realizar as inspeções periódicas, quem fará as manutenções necessárias e quem será responsável por solucionar eventuais problemas identificados durante as inspeções, bem como definir um cronograma para as inspeções e manutenções, de forma a garantir que elas sejam realizadas regularmente e dentro dos prazos estabelecidos (GURSKI, 2008).

Também é fundamental que todas as informações relacionadas às inspeções e manutenções sejam registradas e documentadas adequadamente, para que possam ser consultadas sempre que necessário. Dessa forma, é possível garantir a segurança e o bom funcionamento dos equipamentos ou sistemas em questão, além de evitar possíveis prejuízos ou acidentes (FARIA, 1994).

Diante disso, a seguir um modelo de plano de manutenção preventiva elaborado pelo autor Neto (2022), a finalidade de propor uma melhora e uma padronização das atividades de manutenção em um dispositivo robótico de ambientes restritos e confinados (ESPELEOROBÔ).

A figura 1 representa um recorte com a primeira parte do plano elaborado.

1 Plano de Manutenção Preventiva		3 Mês:			
Equipamento: EspeleoRobô 2		5	6	7	8
4 Tarefas	5	6	7	8	
Inspeção visual	Frequência	Material de consumo	Equipamentos de apoio	EPI's Necessários	
Verificar aperto dos parafusos obs: Não devem haver parafusos faltantes e os mesmos não devem estar frouxos	1 dia antes da operação e 1 dia depois da operação		Chaves allen 2 mm, 2,5 mm, 3 mm e 4 mm	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Verificar a vedação das tampas obs: os componentes de vedação devem estar limpos e íntegros	1 dia antes da operação e 1 dia depois da operação		Chaves allen 2 mm, 2,5 mm, 3 mm e 4 mm	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Verificar folga nos eixos dos mancais obs: Os mancais devem estar girando sem barulhos excessivos e sem a presença de folgas	1 dia antes da operação e 1 dia depois da operação		Chaves allen 2 mm, 2,5 mm, 3 mm e 4 mm	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Verificar danos na carcaça obs: Não deve conter na carcaça furos, rachaduras e amassados	1 dia antes da operação e 1 dia depois da operação		Chaves allen 2 mm, 2,5 mm, 3 mm e 4 mm.	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Verificar integridade do sistema de movimentação obs: Não devem haver folgas na correia (ou seja a mesma deve estar tensionada), e sem barulhos excessivos	1 dia antes da operação e 1 dia depois da operação		Chaves allen 2 mm, 2,5 mm, 3 mm e 4 mm	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Intervenção e manutenção					
Troca da correia obs: a correia deve ser instalada com tensão de esticamento correta para evitar o cisalhamento dos dentes	6000 horas de trabalho ou apresentar desgaste excessivo	Correia: 480-3M, 160 dentes, 20 mm de largura	Chaves allen 2,5 mm, 3 mm e 4 mm	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Troca dos guarnitais obs: deve ser aplicada graxa no guarnital, tendo o cuidado de não acrescentar impurezas na junta	Até apresentar partículas ou ressecamento	Guarnital sob medida e graxa	Chaves allen 2 mm, 2,5 mm e 3 mm	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Troca dos o-rings obs: todos os canais dos o-rings devem estar limpos	15 anos ou até sofrer ressecamento ou algum dano	O-rings sob medida	Chaves allen 2 mm, 2,5 mm e 3 mm	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Substituição da junta líquida obs: as áreas onde a mesma será aplicada devem estar completamente limpas e livres de impurezas	A cada 100 horas de operação	Junta líquida: LOCTITE 518	Chaves allen 2 mm, 2,5 mm, 3 mm e 4 mm	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Troca dos rolamentos esficador obs: os rolamentos devem ser sacados com o auxílio de um extrator de rolamentos e colocados com a assistência de uma prensa hidráulica	100000 horas de trabalho ou apresentar ruído	Rolamentos: NSK 6903 DDU	Chaves allen 2,5 mm, 3 mm e 4 mm, extrator de rolamentos e prensa	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Troca dos rolamentos mancais obs: os rolamentos devem ser sacados com o auxílio de um extrator de rolamentos e colocados com a assistência de uma prensa hidráulica	100000 horas de trabalho ou apresentar ruído	Rolamentos: NSK 6903 DDU	Chaves allen 2,5 mm, 3 mm e 4 mm, extrator de rolamentos e prensa	Análise com a equipe de segurança do trabalho	
Troca dos rolamentos polia movida obs: os rolamentos devem ser sacados com o auxílio de um extrator de rolamentos e colocados com a assistência de uma prensa hidráulica	10900h de trabalho ou apresentar ruído	Rolamentos: NSK 6803 ZZ	Chaves allen 2,5 mm, 3 mm e 4 mm, extrator de rolamentos e prensa	Análise com a equipe de segurança do trabalho	

Figura 1 - Parte 1 do plano de manutenção elaborado.  
Fonte: Neto (2022).

A figura 2, por sua vez, representa um recorte com a segunda parte do plano elaborado.

9 Operador:																															Legenda		Inspeção	Reforma	Troca	Falha
																															Planejado	○	□	△	*	
																															Realizado	●	■	▲	*	
11																															Data de início do plano: / / Data de término do plano: / / Data de revisão plano: / /					
12																															Dados da equipe de manutenção: Nome do responsável: Assinatura: Equipe de manutenção: Nomes dos integrantes da equipe:					

Figura 2 - Parte 2 do plano de manutenção elaborado.  
 Fonte: Neto (2022).

O plano de manutenção preventiva elaborado pelo autor leva em consideração seus principais componentes mecânicos, recomendações de fabricantes e manuais do equipamento EspeleoRobô. Dessa forma, através do plano é possível identificar as tarefas que deverão ser realizadas, a frequência que deverão ocorrer e o mês de realização.

O autor lista através do plano todos os materiais, ferramentas e EPI's (equipamento de proteção individual) necessários para ação de cada tarefa, além da especificação de onde será realizado. Vale ressaltar que o autor ainda indica um campo que cada responsável pela operação assina demonstrando quem foi o responsável pela realização da manutenção e os indicadores utilizados no dia das atividades (Inspeção, reforma, troca ou falha).

Por fim, como registro é evidenciado o local para indicação e início do plano de manutenção, bem como, quando o mesmo deve ser finalizado e revisado, para que as atividades dos meses seguintes sejam planejadas, sendo muito importante para determinação de alguma alteração e a eficiência da atividade. A fim de garantir a originalidade do documento, o plano possui um campo em que são registrados os integrantes presentes na equipe de manutenção e responsável por sua assinatura.

De acordo com Xenos (2004), uma das principais lacunas identificadas é a falta de aderência rigorosa ao plano, uma vez que as ações preventivas são adiadas ou negligenciadas pelos operadores, que alegam falta de tempo. O comprometimento da equipe com a gestão do plano é de extrema importância para garantir sua aplicação adequada. A meta prioritária deve ser o cumprimento integral do plano estabelecido.

Portanto, um plano eficiente de manutenção engloba todas as medidas preventivas necessárias para evitar falhas e assegurar o adequado desempenho dos equipamentos. Quanto maior for o entendimento das exigências de manutenção preventiva dos equipamentos, mais aprimorado será o conteúdo do plano (XENOS, 2004).

## **2.6 Treinamentos da manutenção**

É muito importante o treinamento e a participação de toda a equipe na execução das tarefas do plano, assim como na implementação das práticas padronizadas de manutenção. Esses aspectos devem ser cuidadosamente gerenciados para garantir o eficiente desenvolvimento do plano proposto (XENOS, 2004).

Através da padronização das atividades de manutenção, os colaboradores têm acesso às informações necessárias para realizar as tarefas. Além disso, é crucial oferecer treinamento aos indivíduos sobre os procedimentos operacionais padrões, a fim de que possam verificar a sequência das atividades, o ferramental necessário e os recursos requeridos antes de executá-las. Vale ressaltar a importância de contar com um profissional experiente para capacitar os colaboradores de acordo com os procedimentos, permitindo a troca de experiências, uma vez que esse profissional já vivenciou situações semelhantes, resultando em um aprendizado mais eficaz (Xenos, 1998).

### 3 METODOLOGIA

A finalidade da metodologia é descrever todos os procedimentos usados para a solução do problema e os objetivos propostos pela pesquisa. Assim, ela visa caracterizar o tipo, os métodos, os materiais, indicadores e variáveis, além de apresentar os procedimentos técnicos para as coletas e estruturação de dados para a realização da pesquisa.

#### 3.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa é classificada de acordo com o desenvolvimento do estudo, baseada nos objetivos, a forma de abordagem e os procedimentos técnicos utilizados. Assim, ela é classificada a partir do problema do trabalho, ou seja, propor um Planejamento e Controle da Manutenção para melhoria do setor de manutenção de uma empresa da construção civil.

Segundo Gil (2002), de acordo com o aprofundamento das investigações, a pesquisa qualitativa se torna cada vez mais essencial devido à necessidade do contato direto com o problema em estudo.

Uma técnica qualitativa é aquela em que o investigador sempre faz alegações de conhecimento com base principalmente ou em perspectivas construtivistas (ou seja, significados múltiplos das experiências individuais, significados social e historicamente construídos, com o objetivo de desenvolver uma teoria ou um padrão) ou em perspectivas reivindicatórias/participatórias (ou seja, políticas, orientadas para a questão ou colaborativas, orientadas para a mudança) ou em ambas. Ela também usa estratégias de investigação como narrativas, fenomenologias, etnografias, estudos baseados em teoria ou estudos de teoria embasada na realidade. O pesquisador coleta dados emergentes abertos com o objetivo principal de desenvolver temas a partir dos dados (CRESWELL, 2007, p. 35).

A pesquisa exploratória restringe a definição de uma determinada questão e não confecciona hipóteses a serem testadas, com o objetivo de promover uma visão geral do tipo aproximativo (CERVO E BERVIAN, 1996; GIL,1999). Gil *apud* Silva e Menezes (2005, p. 21) ainda ressalvam que este tipo de pesquisa “visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses”.

Segundo Gil (2008) em relação aos procedimentos técnicos, as pesquisas bibliográficas são desenvolvidas com base em um material já elaborado.

“Toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema estudado, desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, materiais cartográficos, etc” Lakatos & Marconi (2001, p.183).

Quanto a técnica documental, Fonseca (2022, p.32) define como:

A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão, etc.

Stake *apud* Creswell (2007, p. 32) define estudo de caso como técnica para pesquisa:

O pesquisador explora em profundidade um programa, um fato, uma atividade, um processo ou uma ou mais pessoas. Os casos são agrupados por tempo e atividade, e os pesquisadores coletam informações detalhadas usando uma variedade de procedimentos de coleta de dados durante um período de tempo prolongado.

Portanto, conclui-se que a pesquisa em questão é qualitativa por não possuir representatividade numérica, pois se trata de propor uma melhoria nos procedimentos desenvolvidos a partir da experiência pessoal, descrevendo a rotina observada e os problemas detectados, compreendendo e explicando fundamentos de manutenção de equipamentos. Além disso, são utilizados fundamentos teóricos, diversas fontes para pesquisas e um estudo de caso a serem aplicados em um Plano de Manutenção a fim de obter um resultado. Dessa forma, também é classificada como exploratória por procurar padrões e ideias sobre a manutenção de um equipamento e documental por recorrer a fontes diversas. Assim, de acordo com o problema são definidas as metodologias aplicadas como Pesquisa Qualitativa, Exploratória, Bibliográfica, Documental e Estudo de Caso.

### **3.2 Materiais e Métodos**

O presente trabalho visa apresentar uma proposta de um plano de manutenção para um equipamento a partir de um procedimento a ser seguido. As próximas etapas serão apresentadas de acordo com a Figura 3, com o intuito de trazer os detalhes do passo a passo para realização da pesquisa.



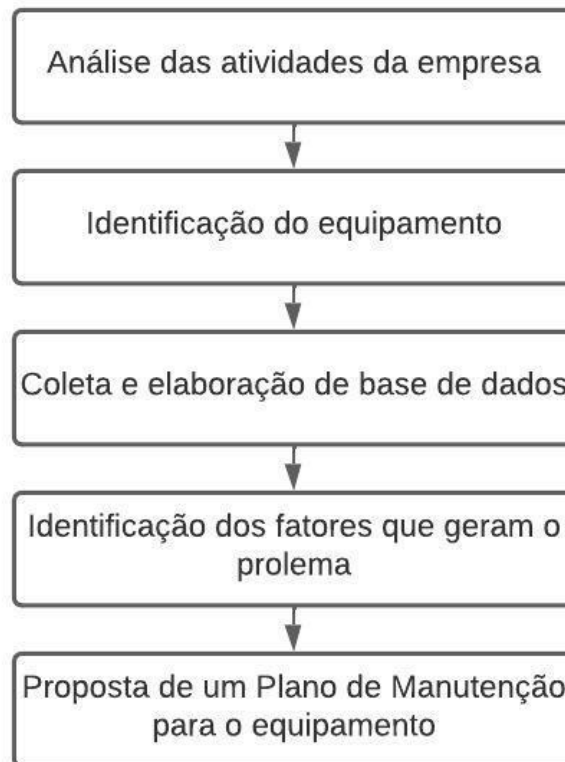


Figura 3 - Fluxograma com as etapas do estudo.  
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

Conforme apresentado no fluxograma da figura 3, primeiramente é apresentada uma análise das atividades exercidas pela empresa, dentre elas as atividades do setor da manutenção. Dessa maneira, caracteriza-se a área de atuação e execução das operações com o intuito esclarecer o comportamento dos maquinários, além da explicação do processo de trabalho destes. Posteriormente, é realizado a identificação do equipamento para o estudo de caso relacionado ao problema.

Em seguida é apresentada a coleta e elaboração do banco de dados do equipamento, apresentando a disponibilidade física, assim como as horas de paradas não programadas e os indicadores de desempenho MTBF: “*Mean Time Between Failures*”, ou seja, tempo médio entre falhas e o MTTR: “*Mean Time To Repair*” ou tempo médio entre reparos. Dessa forma, é possível exibir e quantificar o prejuízo em horas relacionado às paradas em manutenção não programadas.

Portanto, após análise dos motivos e a tabulação de dados que levam ao problema, é proposto um Plano de Manutenção com a finalidade de propor melhorias para área da

manutenção da empresa com a intenção de pretender maior disponibilidade física e confiabilidade de um caminhão bomba lança para a empresa.

### **3.3 Variáveis e Indicadores**

Variável segundo Soares *apud* Gil (2002) é muito empregado pelos pesquisadores com o objetivo de apresentar maior precisão aos títulos científicos, referindo a tudo que pode designar diferentes valores ou aspectos, de acordo com casos particulares ou circunstâncias.

Para Takashina e Flores (2005), indicadores são utilizados com o objetivo de gerir e melhorar a qualidade dos produtos apresentando de forma quantificável as particularidades de produtos e processos.

O processo de definição de metas e planos de implementação específicos deve ser totalmente analisado, em termos das circunstâncias reais, bem como das considerações sobre a melhoria da produtividade relevantes para o gerenciamento e o funcionamento de cada fábrica (TAKASHINA e FLORES, 2005).

Com essas informações é possível planejar as atividades de manutenção de forma mais eficiente, reduzindo o tempo de parada dos equipamentos e aumentando sua vida útil. Além disso, os indicadores também permitem avaliar a eficácia do plano de manutenção em si, possibilitando ajustes e melhorias contínuas no processo. Em resumo, as variáveis e indicadores são ferramentas fundamentais para a expectativa de garantir a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, bem como para tentativa de otimizar os custos e recursos envolvidos na manutenção. A tabela 1 indica as variáveis e indicadores.

Tabela 1 - Variáveis e Indicadores.

Variáveis	Indicadores
Plano de Manutenção	Equipamento
	Ocorrência de falhas
	Número de ocorrência
	Tempo de paradas
	MTBF: Tempo entre falhas
	MTTR: Tempo médio de reparo
	Atividades planejadas
	Disponibilidade

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

### 3.4 Instrumento de Coleta de Dados

A coleta de dados para realização do trabalho é baseada em informações coletadas de uma empresa da área da construção civil através de *software* como: *SAP*, *Microsoft Excel* e *Microsoft Power Bi*.

### 3.5 Tabulação dos dados

Para maior visibilidade e uma análise mais intuitiva os dados são tabulados no *software Microsoft Excel* com gráficos e tabelas. Dessa forma, os registros dos resultados dos dados são coletados e processados de maneira explicativa e detalhada através do *software Microsoft Word*.

### 3.6 Considerações finais

Neste capítulo foi apresentada a metodologia da pesquisa, mostrando as formas utilizadas para propor melhoria na área de manutenção de uma empresa da construção civil a partir de um planejamento. No capítulo seguinte, serão apresentadas as serão abordados a aplicação prática da metodologia, através de um estudo de caso e obtenção de resultados.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo é discutida uma posposta de um Plano de Manutenção para um equipamento de uma empresa no ramo da construção civil.

### **4.1 Características da empresa**

A empresa analisada executa atividades do ramo da construção civil que a mais de 70 anos fornece diversos serviços como: construção, engenharia, projetos e gerenciamento de projetos, geração de energia e, principalmente, infraestrutura. Ao longo dos anos se tornou uma das maiores empresas brasileiras na área da construção e engenharia, expandindo sua participação na América Latina, África e Oriente Médio, se tornando uma grande multinacional.

Dentre a gama de obras realizadas como: construção de aeroportos, rodovias, ferrovias, viadutos, usinas hidrelétricas, termoelétrica, oleodutos e gasodutos, o problema do estudo é relacionado à manutenção de um equipamento relacionado aos serviços prestado para uma obra específica de reconstrução de um distrito. Inicialmente houve execução de toda infraestrutura do local como pavimentação, iluminação e sistema de abastecimento e esgoto, para enfim construção de casas e bens públicos.

A figura 4 indica o fluxograma do processo produtivo realizado na obra. Dessa forma, é apresentado todos os procedimentos desde a negociação com o cliente sobre a execução do projeto, até a entrega final pela construtora. Além disso, são apresentadas as equipes responsáveis por cada atividade.

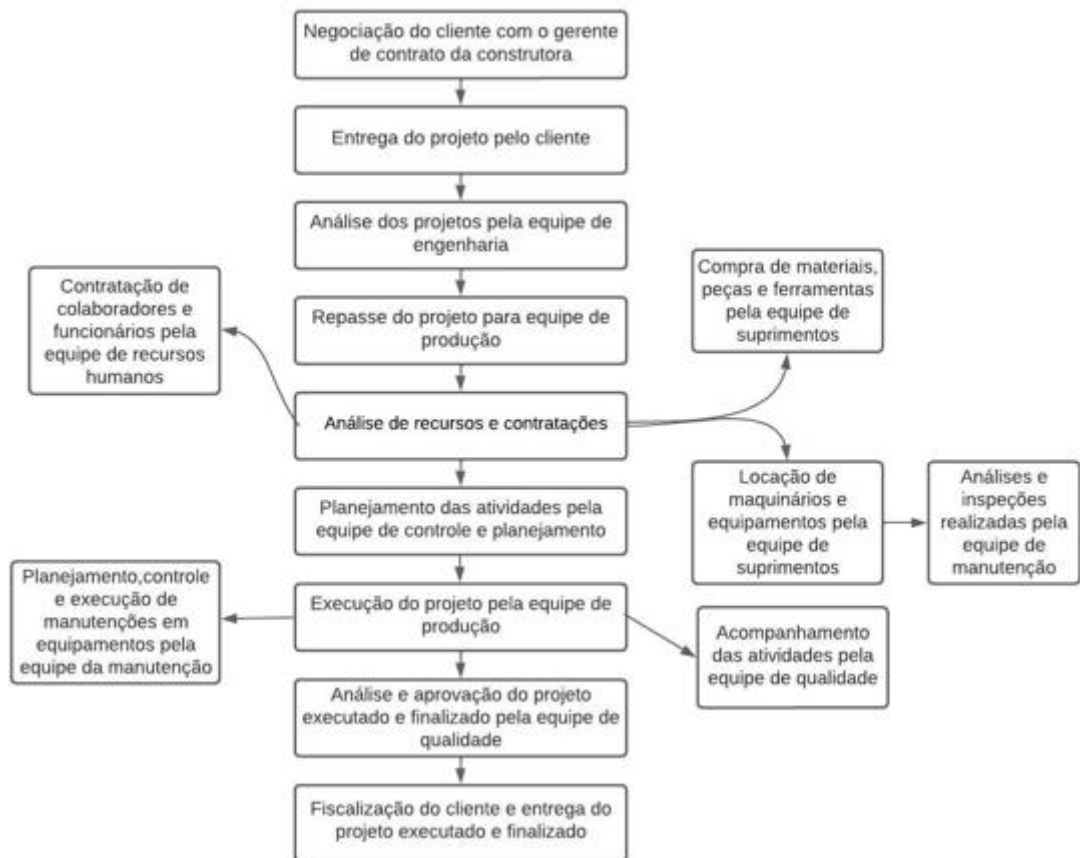


Figura 4 - Fluxograma do processo produtivo.  
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

Dessa maneira, conforme apresenta no fluxograma da figura 4, o processo produtivo se baseia no estudo e execução dos projetos repassados do cliente para a construtora. As atividades do campo são realizadas atendendo todas às premissas pré-estabelecidas, com operações de escavação, terraplenagem, execução de drenagem superficial e profunda, lançamento de pré-moldados, concretagem de dispositivos de drenagem e construção de edificações.

Dessa forma, as ações são realizadas por diferentes setores. A equipe da engenharia é a responsável por receber, analisar e repassar para a equipe da produção todos os projetos elaborados. Assim, é feito um levantamento de contratação de colaboradores realizado pela equipe de recursos humanos, compra de matéria prima e insumos e locação de equipamentos pela equipe de suprimentos e contratos. As atividades da produção são acompanhadas pela equipe de qualidade para melhor desempenho e perfeição da entrega das construções. Após a finalização do projeto é realizada a fiscalização pela cliente para análise de conformidade de todos os itens pré estabelecidos.

A construtora loca equipamentos da própria sede e de empresas terceirizadas. Dessa maneira, a equipe da manutenção é responsável pelo acompanhamento dos maquinários, agindo de forma a garantir melhor desempenho e disponibilidade mecânica deles.

#### 4.2 Setor da manutenção

O setor da manutenção é responsável por garantir melhor integridade dos equipamentos. As atividades variam de acordo com a locação, seja de terceiros ou próprios. A obra conta com uma equipe de manutenção e uma oficina provisória instalada para atender às necessidades mais simples. Além disso, o almoxarifado do setor acomoda peças e materiais para execução mais agilizada como: filtros, dentes de conchas para maquinários de escavação, lâminas para máquinas de corte, retrovisores, lâmpadas, pneus, entre outros.

A figura 5 ilustra a oficina instalada na obra para atender as demandas da manutenção.



Figura 5 - Oficina instalada para demandas da manutenção.  
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

A figura 6 representa o organograma da equipe da manutenção da empresa.

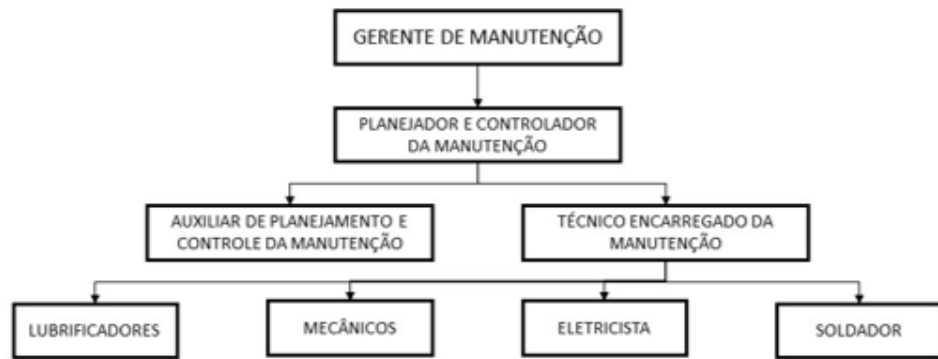


Figura 6 - Organograma da equipe da manutenção.  
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

A equipe é formada por um gerente do setor responsável pelas tomadas de decisão e gerenciamento de toda a equipe, duas pessoas responsáveis pelas atividades de PCM, um programador controlador da manutenção e um auxiliar, fazendo toda comunicação com os gestores da obra e da sede da empresa, além de liderar toda equipe de trabalho. Para execução dos serviços, existe um técnico de manutenção responsável por receber as informações sobre as paradas e programar a equipe para efetuar as atividades. No setor envolvem dois mecânicos, dois lubrificadores, um eletricista e um soldador.

#### 4.2.1 PCM - Planejamento e Controle da Manutenção da empresa

O Planejamento e Controle da Manutenção é realizado através do controle e acompanhamento do abastecimento de combustíveis em geral, como por exemplo, diesel e gasolina, além de lubrificação; controle de manutenção corretiva, preventiva e preditiva dos equipamentos, tal qual, todo registro de manutenção no sistema SAP, visando o controle das atividades; realização de todo processo de mobilização, renovação e desmobilização dos equipamentos com análises, vistorias e avaliações; execução da medição mensal no tocante as tarifas dos equipamentos; análise dos indicadores de manutenção, bem como, checklist semanal, KPI's dos equipamentos e monitoramento do MTBF, tempo médio entre falhas, e o MTTR, tempo médio entre reparos.

#### 4.2.2 Atividades realizadas pela manutenção

A seguir será abordado as principais atividades exercidas pela equipe da manutenção e PCM.

#### **4.2.2.1 Abastecimento de combustível**

Os lubrificadores são os responsáveis pela demanda de abastecimento de combustíveis como gasolina e diesel, além da lubrificação de todos os equipamentos. Assim, é listada a quantidade utilizada e o dia da execução em cada maquinário. Dessa forma, a equipe do PCM realiza o registro no sistema para acompanhamento e análise do controle da aplicação realizada, sendo possível a avaliação do consumo e custo de cada equipamento relacionado ao abastecimento.

#### **4.2.2.2 Manutenções corretivas**

As manutenções corretivas mais simples são realizadas na própria oficina pelos mecânicos, como: troca de pneus, peças quebradas, lâmpadas queimadas, correias. Casos específicos são enviados para empresas externas. Dessa forma, os operadores e a equipe de produção entram em contato com o técnico encarregado da manutenção para manifestar a situação, e assim realizar o diagnóstico e avaliação.

Para manutenções cabíveis de serem realizadas na própria oficina, faz-se um levantamento do estoque, assim como a necessidade do pedido de peças para execução e agilidade da liberação, além da disponibilidade da estrutura e mecânicos em atender. Todas as paradas não planejadas são documentadas através de Ordem de Serviço feito pelo técnico de manutenção.

Após o serviço feito e a ordem de serviço gerada, o detalhamento da parada não programada é lançada para o sistema pela equipe de PCM, onde fica contabilizado para sede da empresa e gera custo. Dessa maneira é relatado todos os detalhes da parada e reparo como: o motivo (falha operacional, falha natural), a falha (vazamentos, quebras), o tempo de parada (dados de avaria) e o serviço realizado (substituição de componentes, reparo, calibração, serviço de elétrica).



#### **4.2.2.3 Manutenções preventivas**

A gestão da manutenção preventiva é realizada pela equipe do PCM através da quantidade de horas ou quilômetros trabalhados a depender do tipo de maquinário. A análise é realizada através do apontamento realizado dos equipamentos lançados no sistema.

Os equipamentos referentes às frentes de serviço são realizados as preventivas a cada 250 horas trabalhadas, como: escavadeiras, motoniveladoras, caminhão bomba lança, caminhão betoneira, dentre os mais diversos. Já os veículos e ônibus, classificados como transporte, são feitos a cada 10.000 quilômetros rodados. O tipo de manutenção e troca de peças é realizado a partir do acúmulo das horas ou quilômetros, e quando o equipamento está prestes a realizar o serviço, o relatório da atividade é passado para o técnico executar, no caso de equipamentos locados por terceiros é informado o momento de execução.

Além disso, é realizada a lubrificação constante dos equipamentos e a coleta e análise de óleo de acordo com a necessidade. Também, são programadas limpezas e higienização prezando pelo zelo do equipamento e evitando falhas.

#### **4.2.2.4 Manutenções preditivas**

As manutenções preditivas ocorrem de acordo com o relato dos operadores de cada maquinário a partir do momento em que preveem alguma falha. Dessa forma, com o contato realizado, a equipe do PCM analisa e se mobiliza para planejar as manutenções antes da parada.

#### **4.2.2.5 Mobilização, desmobilização e renovação de segurança dos equipamentos**

A mobilização se baseia no mecanismo de entrada de todo equipamento para a execução de atividades da obra. A solicitação da demanda é realizada pela equipe de produção e a locação pela equipe de suprimentos. Dessa forma, a equipe de PCM é responsável por realizar a vistoria sobre as condições mecânicas e de segurança dos equipamentos, assim como a análise de documentações solicitadas como o CRLV (documento do veículo) ou nota fiscal (documento do maquinário) e o laudo eletromecânico.

A figura 7 e 8, mostram um tipo de vistoria de segurança e um laudo eletromecânico realizado em um trator agrícola para mobilização, sucessivamente. De acordo com a figura 7, inicialmente foi registrado as informações do equipamento a ser vistoriado e posteriormente realizado uma análise referente aos principais itens relacionados à segurança para operação do equipamento. Dessa maneira, o laudo eletromecânico, representado pela figura 8, foi realizado e aprovado por um engenheiro mecânico referente à análise realizada dos principais itens

descritos no documento em relação à integridade dos componentes elétricos e mecânicos para operação.

Fornecedor:	Fornecedor quarterizado:	Local/Área:		
Equipamento: <i>Trator agrícola</i>	Número de identificação:	Identificação (TAG):		
	ITENS	OK	NOK	NA
Documentação	1. Laudo eletromecânico emitido por profissional habilitado com ART atestando a conformidade do equipamento *(1)			
	2. Projeto de fabricação e instalação de ROPS com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) *(2)			
	3. Manual do equipamento em língua portuguesa			
	4. Documentação de identificação de equipamento			
Requisitos Legais	5. Buzina ou outro dispositivo de alerta	✓		
	6. Cinto de segurança três pontos e retrátil. (O cinto de segurança deve ser do tipo 3 pontos e retrátil. Caso não seja fornecido pelo fabricante, o cinto de segurança deve ser de 2 pontos retrátil)	✓		
	7. Faróis para uma operação segura e interação com o tráfego	✓		
	8. Maçaneta das portas	✓		
	9. Trinco externos e internos	✓		
	10. Para-brisa – limpadores, esguicho de água e condições gerais	✓		
	11. Espelhos retrovisores internos e externos	✓		
	12. Freio de estacionamento	✓		
	13. Pneus	✓		
	14. Cones de sinalização	✓		
Requisitos Fundação	15. Fita refletiva contínua	✓		
	16. Identificação alfanumérica	✓		
	17. ROPS ou célula de sobrevivência *(2)	✓		
	18. FOPS (aplicável para veículos com risco de queda de materiais sobre a cabine)			✓
	19. Correntes de segurança em reboques	X		✓
	20. Alarme de ré/movimentação	✓		
	21. Partes móveis protegidas	✓		
	22. Rádio de comunicação (pode ser portátil)	✓		
	23. Proteção de cabine para equipamentos com risco de projeção de materiais	✓		
	24. Ponto de isolamento com cadeado na posição desligado	✓		
	25. Acesso protegido onde há risco de queda superior à 2 metros			✓
	26. Adesivo de altura máxima de operação	✓		
	27. Cabine fechada, vedada e com ar condicionado	✓		
	28. Lay-out ergonômico (assentos, controles etc.)	✓		
	29. Extintor de incêndio	✓		
	30. Condição geral do equipamento (mangueiras, conexões, vazamentos, etc)	✓		

Figura 7 - Vistoria de segurança de um trator agrícola.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

**ATESTADO DE VISTORIA ELETROMECCÂNICA**

CLIENTE: [REDACTED]			
EQUIPAMENTO: <b>TRATOR AGRÍCOLA</b>	FABRICANTE: <b>JOHN DEERE</b>	MODELO: <b>6615</b>	SÉRIE: [REDACTED]
TAG: <b>***</b>	HORÍMETRO: <b>850</b>	ANO FABRICAÇÃO: <b>2021</b>	COMBUSTÍVEL: <b>DIESEL</b>

Data da Inspeção: 08/02/2023

Hora da Inspeção: 11:25 às 12:00

Certifico que foi realizada vistoria no equipamento com o Check-List de Inspeção Eletromecânica do Equipamento, nos Itens abaixo:

- 1- Sistema de Direção.
- 2- Sistema de Freio. (Comandos finais)
- 3- Sistema Hidráulico de Direção.
- 4- Transmissão.
- 5- Motor. (Suportes, Limitador de Velocidade, Distribuição, Etc.)
- 6- Sistema de Funcionamento do Cilindro de Elevação Hidráulico.
- 7- Pneu/Material Rodante
- 8- Sistema Pneumático.
- 9- Sistema Vibratório (Mecânico e Hidráulico)
- 10- Sistema Elétrico (Sinalizações e Faróis)
- 11- Sistema Hidráulico de acionamento.

**HISTÓRICO DE MANUTENÇÕES:**

Horímetro Anterior: - 670  
 Horímetro Atual: - 850  
 Próximas Revisões: - 1350 – Programado Para – 08/06/2023  
 - 1850 – Programado Para – 08/10/2023

**CONCLUSÃO:**

O Equipamento acima aprovado para operação mediante inspeções realizadas. Nada obsta do ponto de vista de segurança que possa impedi-lo de operar normalmente, considerando o atual estado do equipamento. Considere-se o equipamento aprovado, mediante as inspeções que fora submetido.

Figura 8 - Laudo Eletromecânico para um trator agrícola.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Dessa maneira, após a aprovação das vistorias e documentações o equipamento está apto a operar, e, com isso, é gerado uma etiqueta de identificação. O prazo de validade dos laudos eletromecânicos é de quatro meses e, assim, todo o processo é realizado novamente quando se encerra o ciclo, realizando a renovação.

A figura 9 mostra a etiqueta de identificação do trator agrícola mobilizado chamado de TAG. Dessa maneira, a etiqueta possui as informações referente à identificação do equipamento, como marca e número de série, bem como a data de validade do laudo

eletromecânico realizado pelo engenheiro. O documento deve estar presente na cabine durante todo uso do equipamento.

<div style="border: 1px solid white; width: 100px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div> <p>Frente: Empres</p> <p style="font-size: 24px; font-weight: bold; margin: 10px 0;">JOHN DEERE -</p> <div style="border: 1px solid white; width: 100px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p style="font-size: 18px; font-weight: bold; margin: 10px 0;">Série:</p> <div style="border: 1px solid white; width: 150px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div> <p style="font-size: 18px; font-weight: bold; margin: 10px 0;">Validade 08/06/2023</p>	<p>Liberado por: <span style="border: 1px solid white; display: inline-block; width: 50px; height: 15px;"></span></p> <p>Data: <span style="border: 1px solid white; display: inline-block; width: 40px; height: 15px;"></span></p> <p>Observação: <span style="border: 1px solid white; display: inline-block; width: 150px; height: 15px;"></span></p> <p style="font-size: 10px; margin-top: 10px;">ESTA CREDENCIAL SOMENTE PODERÁ SER UTILIZADA NAS ATIVIDADES DI <span style="border: 1px solid white; display: inline-block; width: 50px; height: 15px;"></span></p> <p style="font-size: 10px;">CONDUTOR DO VEÍCULO DEVE PORTAR E APRESENTAR OS DOCUMENTOS DE USO OBRIGATÓRIO (DUT E CNH) SEMPRE QUE SOLICITADO.</p> <p style="font-size: 10px;">O CONDUTOR É INTEIRAMENTE RESPONSÁVEL POR ESTE DOCUMENTO. DEVENDO CASO DE EXTRAVIO, COMUNICAR FORMALMENTE ATRAVÉS DE E-MAIL PARA EQUIPE DE GESTÃO DE SST.</p> <div style="border: 1px solid white; width: 50px; height: 40px; margin: 10px auto;"></div>
---	--

Figura 9 - Etiqueta de identificação de um trator agrícola.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Portanto, quando é encerrada a demanda de atividade do equipamento, é realizado a desmobilização. Assim, o equipamento é preparado para devolução conforme suas condições de entrada. São realizados serviços com a finalidade de evitar a cobrança excessiva de vistoria, como: ajustes, limpeza e higienização.

Dessa forma, há um relatório de frota com todos os equipamentos mobilizados para melhor controle sobre disponibilidade para operação, conforme a figura 10, contendo as principais informações a respeito do equipamento. São realizados os registros relacionados à identificação do equipamento como: número de identificação (TAG), apelido e o tipo de equipamento, bem como as informações relacionadas à data de chegada e liberação de equipamento para execução das atividades e a validade do laudo eletromecânico.

Última Atualização		30/09/2022						
N	ID / TAG	Apelido	PEP	Tipo	Data Chegada	Data de Liberação	Validade do TAG	
1			5843800000	Caminhão Basculante	21/01/2021	30/03/2021	30/10/2022	
2			5860050000	Motoniveladora	07/08/2019	13/08/2019	01/11/2022	
3			12205851300000	Rolo Compactador	02/02/2021	02/02/2021	29/10/2022	
4			5841850000	Caminhão Basculante	06/01/2021	06/01/2021		
5			3240003350	Escavadeira	05/02/2020	10/02/2020	10/01/2023	
6			3230003810	Cam Bruck	02/03/2020	16/03/2020	09/10/2022	
7			3240003359	Mini Escavadeira	17/02/2020	21/02/2020	11/09/2022	
8			3230003738	Caminhão Lubrificação	21/02/2020	28/02/2020	13/01/2023	
9			3230003788	Caminhão Pipa	28/02/2020	09/03/2020	01/10/2022	
10			5835960000	Motoniveladora	06/03/2021	17/03/2021	01/11/2022	
11			3230004025	Ônibus	10/06/2020	13/06/2020	12/12/2022	
12			3230004600	Ônibus	01/12/2020	07/12/2020	01/01/2023	
13			3230004601	Ônibus	01/12/2020	07/12/2020	14/10/2022	
14			3240004056	Escavadeira	26/03/2021		20/11/2022	
15			5802950000	Caminhão Carroceria	01/01/2021	10/05/2021		
16			3230004829	Ônibus	12/04/2021	13/04/2021	15/12/2022	
17			3240004140	Retro Escavadeira	04/05/2021	06/05/2021	02/12/2022	
18			3230005042	Cam Limpa Fossa	19/04/2021	12/05/2021	20/11/2022	
19			3220003474	Veículo	12/05/2021	20/05/2021	12/10/2022	
20			3220003475	Veículo	12/05/2021	20/05/2021	15/12/2022	
21			3220003504	Veículo	20/05/2021	28/05/2021	15/12/2022	
22			3220003510	Veículo	26/05/2021	10/06/2021	19/11/2022	
23			3130000256	Caminhão Basculante	14/06/2021	24/06/2021	15/10/2022	
24			3130000252	Caminhão Basculante	14/06/2021	24/06/2021	15/10/2022	
25			3240004311	Rolo Misto	27/11/2021	30/11/2021	27/11/2022	
26			3220003585	Veículo	26/07/2021	06/08/2021	21/11/2022	
27			3230005108	Caminhão Guindauto	19/07/2021	20/07/2021	04/11/2022	
28			3230005599	Ônibus	16/08/2021	25/08/2021	17/12/2022	
29			3230005237	Ônibus	20/08/2021	26/08/2021	31/12/2022	
30			3130000310	Caminhao Betoneira	15/09/2021	16/09/2021	12/12/2022	
31			5814610000	Caminhão Basculante	11/10/2021	14/02/2021	23/09/2022	

Figura 10 - Relatório de frota.

Fonte: Pesquisa Direta (2022).

#### 4.2.2.6 Execução da medição mensal no tocante das tarifas dos equipamentos.

A equipe de PCM é responsável pela execução da medição mensal relacionada às tarifas dos equipamentos. Cada maquinário possui custos fixos da mensalidade de locação e custos variáveis, como de combustível e manutenções. As manutenções preventivas são de responsabilidade e custos dos fornecedores, seja terceiros ou a sede da empresa, enquanto as manutenções corretivas e combustível são de responsabilidade da obra. A partir dessa atividade, é possível identificar os desvios dos equipamentos relacionados ao custo, além de analisar os fatores que mais influenciaram mensalmente nos valores dos equipamentos para maior equilíbrio e diminuição das despesas.

#### 4.2.2.7 Execução e análise dos indicadores de manutenção

Os responsáveis pelo PCM controlam as paradas dos equipamentos. Dessa forma, o controle é realizado através de planilhas para geração dos indicadores de manutenção e as informações são geradas para maior controle e conhecimento dos gestores da obra e da sede. Com a análise é possível observar os principais pontos que impactam a integridade dos equipamentos, assim como os desvios relacionados ao tempo de parada.

As figuras 11 e 12 são cortes de uma planilha utilizada como relatório de alimentação de todas as paradas dos equipamentos, as manutenções realizadas e liberação deles. Inicialmente, de acordo com figura 11, são realizados os registros com as principais

informações do equipamento como a TAG, número de registro no sistema da empresa (PEP) e o tipo de equipamento. Posteriormente, conforme a figura 12, é realizado o registro das datas e horários do início e fim das atividades da manutenção, contendo o cálculo da quantidade de dias em que o equipamento esteve parado.

Relatório Gerencial de Equipamentos Parados						Classifi
GERA		DADOS EQUIPAMENTO				
Obra	N.º Equipamento	Empresa	ID	Apelido	Tipo	
	3230003788		0347		Cam Tanque Pipa	
	5835960000		0348		Motoniveladora	
	5860050000		0055		Motoniveladora	
	5835960000		0348		Motoniveladora	
	5860050000		0055		Motoniveladora	
	5814610000		0628		Cam Basculante	
	5858230000		0349		Trator Pneu	
	3230005945		0681		Cam Auto Bomba Lanca	
	12205851300000		0149		Rolo Compactador	
	5802950000		0497		Cam Guindauto	
	3240005081		0717		Retro Escavadeira	
	5834800000		0660		Carregadeira	
	3230005108		0590		Cam Guindauto	
	5860050000		0055		Motoniveladora	

Figura 11 - 1º Parte do relatório contendo informações do equipamento.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).



Nota	Parada	Início Avaria	Hora Início Avaria	Fim avaria	Hora Fim Avaria	Dias Parados	Previsão Liberação
10496477		09/05/2022	16:00:00	09/05/2022	16:40:00	0	
10496444		12/05/2022	17:00:00	25/05/2022	14:05:00	13	
10496470		13/05/2022	14:42:57	18/06/2022	10:50:00	36	
10496566		16/05/2022	10:19:20	16/05/2022	14:20:00	0	
10496793		16/05/2022	14:19:49	16/05/2022	16:25:00	0	
10497504		21/05/2022	08:21:30	22/05/2022	15:43:00	1	
10505793		20/07/2022	10:16:28		00:00:00	72	
10512406		17/08/2022	07:00:00	30/08/2022	08:00:00	13	31/08/2022
10512407		19/08/2022	08:00:00	29/08/2022	10:00:00	10	
10514077		30/08/2022	10:00:00		00:00:00	31	
10516702		31/08/2022	15:00:00	13/09/2022	15:00:00	13	
10518667		17/09/2022	07:00:00		00:00:00	13	
10518668		21/09/2022	14:00:00	22/09/2022	00:00:00	1	
10518941		23/09/2022	10:45:06		00:00:00	7	

Figura 12 - 2º Parte do relatório contendo as informações sobre o período da parada.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Dessa maneira, com a alimentação da planilha é gerado um relatório gerencial com informações a respeito dos equipamentos que se encontram parados em manutenção, conforme mostra figura 13. O relatório possui informações relacionadas à identificação do equipamento e as informações da parada como a descrição e o motivo, o status do atendimento da manutenção e quantidade de dias parados.

Relatório Gerencial de Máquinas Paradas											
Atualizado em 29/09/2022 21:05:48											
Propriedade	Motivo da Parada	Tipo Operação		Empresa	Tipo Equipamento		TAG/Apelido				
Todos	Todos	Todos		Todos	Todos		Todos				
<a href="#">Registro de Paradas para RDO</a>											
Relatório de Paradas de Equipamentos											
Tipo	Fabricante	Modelo	TAG	Apelido	Nº Eqpto	Nota	Ordem	Descrição da Parada	Motivo da Parada	Status Atendimento	Dias Parados
Trator Pneu	Massey Fergu...	MF7180	0349		5858230000	10505793		VAZAMENTO NO EIXO DE DIREÇÃO	Falha Natural	Em And. SERV. EXTERNO	72
Cam Guindauto	Volkswagen	17.180	0497		5802950000	10514077	4299067	CARROCERIA DANIFICADA	Falha Operação	Em And. SERV. EXTERNO	31
Carregadeira	Caterpillar	924H	0660		5834800000	10518667		DEFEITO NA BOMBA DE TRANSMISSÃO	Falha Natural	Reparo pelo Proprietário	13
Motoniveladora	Caterpillar	140K	0055		5860050000	10518941	4301128	Defeito na bomba injetora	Falha Natural	Aq. PEÇA	7

Figura 13 - Relatório gerencial de máquinas paradas em manutenção.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Dessa maneira, é gerado indicadores periódicos em relação a cada tipo de equipamento em manutenção, relacionados à disponibilidade mecânica, para execução das atividades, além do controle sobre o MTBF e o MTTR. A figura 14 apresenta um exemplo de controle mensal em relação à disponibilidade mecânica relacionado a cada tipo de equipamento, contendo a porcentagem de tempo em que esteve disponível durante o mês analisado. Assim, a figura 15 representa um controle semanal dos indicadores de manutenção, contendo as informações sobre o intervalo de horas em relação ao MTTR e MTBF de cada tipo de equipamento em manutenção.

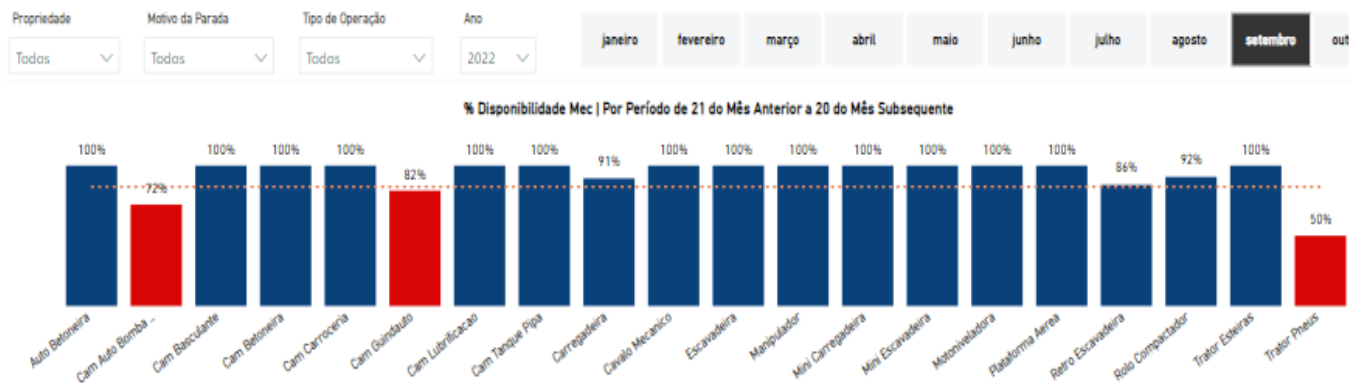


Figura 14 - Controle mensal da disponibilidade mecânica de cada tipo de equipamento.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

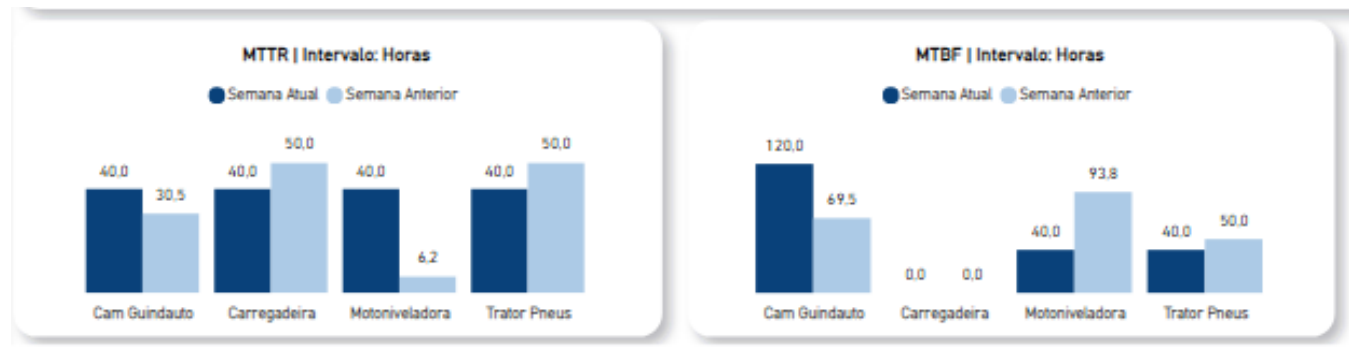


Figura 15 - Controle semanal de indicadores de manutenção de cada tipo de equipamento.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

#### 4.2.3 Pontos de melhoria

Assim como todas as corporações de grande porte, a empresa enfrenta alguns problemas em relação à manutenção dos equipamentos. Os principais problemas relacionados à obra em específico estão relacionados ao tempo de entrega das peças a serem substituídos para liberação do maquinário, isso principalmente a grande demanda da equipe de



suprimentos. Dessa forma, seria interessante para empresa a contratação de uma pessoa destinada apenas para compras da demanda da manutenção.

É necessário melhor treinamento em relação ao uso dos equipamentos, visto ao grande índice de manutenções corretivas por falha de operação, seja por mal uso ou descuido com o maquinário. Assim, o colaborador contratado por cada máquina deve ter melhores informações sobre seu objeto de trabalho, sabendo com o usufruir da melhor maneira.

Além disso, como a demanda dos equipamentos é muito alta, falta tempo para melhor e mais práticas em relação à higienização e limpeza para maior conservação. É necessário um plano de manutenção a respeito das atividades pré e pós uso dos maquinários, além de melhor agendamento e planejamento com a equipe de produção sobre a disponibilidade para lavagem profunda dos equipamentos.

#### 4.3 Descrição do equipamento estudado

O caminhão a ser analisado, conforme figura 16, é do fabricante Volkswagen, modelo 26280, acoplado em seu chassi uma bomba lança de concreto para atender as demandas de concretagem da obra. A lança tem alcance de 30 metros e é operada por um operador.



Figura 16 - Caminhão Bomba.  
Fonte: Smartmix (2023).

### **4.3.1 Função**

O caminhão bomba de concreto é uma opção mais eficiente e econômica do que outros métodos de aplicação de concreto, como o uso de carrinhos de mão ou bombas manuais. Isso porque ele permite que grandes quantidades de concreto sejam transportadas e aplicadas em um curto período de tempo, reduzindo o tempo total necessário para a conclusão do projeto (ABESC, 2019).

Outra vantagem do caminhão bomba é a sua capacidade de alcançar áreas difíceis ou inacessíveis com outros métodos. Por exemplo, em projetos que envolvem a construção de edifícios altos ou pontes, o caminhão pode ser usado para aplicar concreto em locais elevados sem a necessidade de andaimes ou outras estruturas adicionais (ABESC, 2019)

O operador da bomba de concreto deve ser altamente treinado e experiente para garantir que o processo seja realizado com segurança e precisão. Ele deve conhecer as características do concreto utilizado, bem como as especificações do projeto em questão. Portanto, é importante que a manutenção da bomba de concreto seja realizada regularmente para garantir seu bom funcionamento e prolongar sua vida útil. Isso inclui a limpeza da mangueira e dos componentes internos (ABESC, 2019).

### **4.3.2 Partes do equipamento**

O chassi do caminhão bomba é uma estrutura robusta e resistente, projetada para suportar o peso da bomba de concreto e garantir a estabilidade do veículo durante o trabalho. Geralmente, é feito de aço de alta resistência e possui uma configuração específica para acomodar os componentes da bomba, como o motor, a caixa de transmissão e os cilindros hidráulicos. Além disso, o chassi pode ser adaptado para diferentes tipos de terreno e condições de trabalho, permitindo que o caminhão bomba seja utilizado em obras de construção civil em todo o mundo. A figura 17 representa um exemplo de chassi de um caminhão bomba lança de concreto.



Figura 17 - Chassi caminhão bomba lança de concreto.  
Fonte: Revista Almeida (2016).

A bomba de concreto, conforme o exemplo da figura 18, do caminhão consiste em um sistema hidráulico que usa pistões para mover o concreto através de tubos até o local desejado. O caminhão é equipado com um reservatório onde o concreto é misturado antes de ser bombeado para fora da máquina. Essas bombas são altamente eficientes e podem despejar grandes quantidades de concreto em um curto período de tempo.

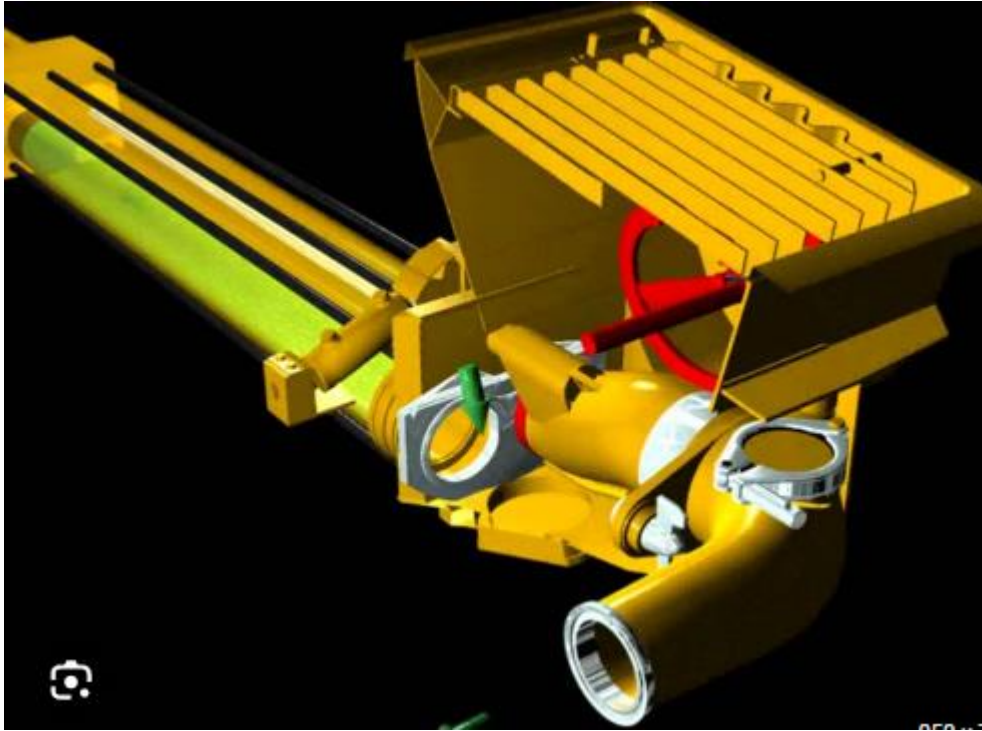


Figura 18 - Bomba de concreto.  
Fonte: Diferencial Service (2013).

A tremonha do caminhão bomba de concreto é uma estrutura localizada na parte superior do veículo, que serve para armazenar o concreto antes de ser bombeado para o local da obra. É um compartimento com formato cônico, geralmente feito de aço ou alumínio, que pode ter capacidade variável dependendo do modelo do caminhão.

É equipada com um sistema de agitação que mantém o concreto em constante movimento, evitando que ele se solidifique ou se separe durante o transporte, possui uma abertura na parte inferior por onde o concreto é descarregado para dentro da bomba, como mostra a figura 19. É importante que a tremonha seja limpa regularmente para evitar acúmulo de resíduos e garantir a qualidade do concreto transportado.



Figura 19 – Tremonha.  
Fonte: Evomaq (2015).

A lança é um equipamento essencial na construção de edifícios altos e grandes estruturas, como demonstra a figura 20, pois permite que o concreto seja despejado em locais de difícil acesso. Além disso, a lança também pode ser utilizada para aplicação de revestimentos em fachadas e paredes externas.

Existem diferentes tipos de lanças, como a lança fixa, que é instalada em um ponto fixo e não pode ser movida durante o processo de concretagem, e a lança móvel, que pode ser movimentada para diferentes posições ao longo da obra.

A escolha da lança adequada depende das características da obra e do tipo de concretagem que será realizado. É importante contar com profissionais capacitados para operar a lança com segurança e eficiência, garantindo assim a qualidade do trabalho realizado.





Figura 20 - Lança de concreto.  
Fonte: Planar (2020).

A mangueira de bombeamento é uma peça fundamental no processo de concretagem, conforme figura 21, pois permite que o concreto líquido seja transportado com segurança e precisão até o local desejado. A possibilidade de estender ou retrain a mangueira conforme necessário torna o processo mais flexível e adaptável às diferentes demandas do projeto.



Figura 21 - Mangueira de bombeamento.  
Fonte: APL Engenharia (2023).

No entanto, é importante lembrar que a mangueira de bombeamento requer cuidados especiais para garantir sua durabilidade e eficiência. É preciso verificar regularmente seu estado de conservação, evitar torções e dobras excessivas durante o uso e realizar a limpeza adequada após cada utilização.

O sistema de controle também, conforme figura 22, é responsável por monitorar a quantidade de concreto que está sendo despejada e garantir que a mistura esteja dentro dos parâmetros ideais de qualidade. Isso é feito através de sensores e medidores que fornecem informações precisas sobre o volume, densidade e temperatura do concreto.

Este sistema é uma parte essencial do caminhão bomba lança, pois permite ao operador ter um controle total sobre o processo de despejo do concreto. Com ele, é possível ajustar a velocidade e a direção do fluxo para garantir que o concreto seja despejado com precisão e eficiência.



Figura 22 - Painel de Controle.  
Fonte: Convicta (2022).

Os estabilizadores, conforme figura 23, são uma parte essencial do equipamento de bombeamento de concreto, pois ajudam a manter o caminhão estável e nivelado durante a operação. Eles são projetados para suportar o peso da bomba e do concreto que está sendo bombeado, evitando que o caminhão se incline ou tombe. Além disso, os estabilizadores também fornecem segurança para os trabalhadores que estão operando a bomba. Eles reduzem o risco de acidentes e lesões, garantindo que o caminhão permaneça firme no solo durante todo o processo. Alguns são mais adequados para terrenos irregulares ou inclinados, enquanto outros são mais fáceis de ajustar.



Figura 23 – Estabilizador.  
Fonte: CanStock (2023).

### 4.3.3 Processo de operação

Primeiramente, o caminhão bomba deve ser posicionado em um local adequado e seguro para a operação. Em seguida, é necessário conectar as mangueiras de concreto ao caminhão e estendê-las até o local onde será feito o lançamento.

Antes de iniciar o bombeamento do concreto, é importante verificar se todas as conexões estão bem fixadas e se não há vazamentos nas mangueiras. Também é necessário ajustar a pressão do bombeamento de acordo com as especificidades da obra.

Ao final da operação, é necessário fazer a limpeza das mangueiras e equipamentos utilizados. O concreto deve ser preparado de acordo com as especificações do projeto, incluindo a mistura correta de cimento, areia, pedra e água. O caminhão bomba lança de



concreto é equipado com um tambor giratório que mantém o concreto em movimento constante para evitar a separação dos materiais.

Com o caminhão posicionado corretamente e o concreto preparado, a bomba começa a lançar o material através de uma mangueira flexível. O operador da bomba controla a velocidade, direção e distribuição uniforme do material no local desejado. É importante que o local esteja livre de obstáculos que possam dificultar a passagem do caminhão ou da lança. É preciso verificar se há fios elétricos, árvores ou outros objetos que possam atrapalhar o trabalho. Também é necessário garantir que haja espaço suficiente para manobrar o caminhão e posicionar a lança adequadamente.

Outro aspecto importante na preparação do local é a segurança. É fundamental sinalizar a área onde será realizado o trabalho e orientar as pessoas que estiverem próximas sobre os riscos envolvidos. O uso de equipamentos de proteção individual (EPIs) também deve ser obrigatório para todos os trabalhadores envolvidos na operação.

Além da limpeza adequada após a conclusão da concretagem, é importante que o operador do caminhão bomba de concreto esteja atento a outros aspectos durante o processo. É necessário verificar constantemente a pressão e o fluxo do concreto para evitar problemas como entupimentos ou vazamentos. Também é importante garantir que a mistura do concreto esteja adequada para evitar problemas de qualidade e resistência. Por isso, é fundamental contar com profissionais capacitados e equipamentos de qualidade para garantir um resultado satisfatório na construção.

Durante o bombeamento, o operador precisa estar atento a diversos fatores, como a pressão do concreto, a velocidade de bombeamento e a posição da mangueira. Qualquer descuido pode resultar em acidentes graves, como o rompimento da mangueira ou até mesmo a queda do equipamento. Por isso, é importante que todos os envolvidos na obra recebam treinamentos específicos sobre as técnicas de bombeamento de concreto e as medidas de segurança necessárias para evitar acidentes.

Um aspecto importante é avaliar se o local possui a infraestrutura necessária para suportar o equipamento, como uma base firme e nivelada. Caso contrário, pode haver risco de deslocamento ou tombamento do equipamento durante a operação.

Outro fator que deve ser considerado é a presença de obstáculos no trajeto, como árvores, postes ou outros equipamentos. É fundamental garantir que o caminho esteja livre para evitar colisões e danos ao equipamento, verificar regularmente as condições do

equipamento, como o estado dos mangotes e da bomba, para evitar possíveis falhas durante o processo de bombeamento.

Outro ponto crucial é a comunicação entre os operadores da Auto Betoneira e os responsáveis pela obra. É necessário estabelecer um canal claro de comunicação para garantir que todos estejam cientes do andamento do processo e possam tomar medidas preventivas em caso de emergência.

Sobretudo, a falta de limpeza adequada do equipamento pode comprometer a qualidade do concreto produzido na próxima obra. Por isso, é fundamental que as empresas de bombeamento de concreto ofereçam treinamentos e equipamentos de proteção individual para os operadores, além de estabelecerem procedimentos claros e seguros para a limpeza dos equipamentos. A segurança no trabalho deve ser uma prioridade em todas as etapas do processo produtivo, garantindo não apenas a integridade física dos trabalhadores, mas também a qualidade do serviço prestado aos clientes.

Além disso, é importante investir em treinamentos constantes para os funcionários, pois eles permitem transmitir informações importantes sobre a operação, segurança e manutenção dos equipamentos. Dessa forma, o treinamento não deve ser visto como um custo, mas sim como um investimento que trará benefícios a longo prazo para a empresa. Com essas medidas simples, é possível realizar uma operação com segurança.

#### **4.4 Problemas enfrentados pela empresa em relação ao equipamento**

A manutenção preventiva e corretiva do equipamento é fundamental para garantir sua durabilidade e eficiência. Quando o equipamento não está em boas condições, pode apresentar falhas durante o uso, o que pode causar acidentes ou atrasos no trabalho. Por isso, é importante realizar inspeções regulares e reparos necessários para garantir que o equipamento esteja sempre em perfeitas condições de funcionamento.

Isso também ajuda a evitar gastos desnecessários com reparos emergenciais ou substituição do equipamento antes do tempo previsto. Em resumo, a manutenção preventiva e corretiva é uma medida essencial para garantir a segurança e eficiência no ambiente de trabalho.

Devido a falta de um plano bem elaborado e treinamento, o equipamento teve duas paradas não programadas afetando o planejamento de concretagem da empresa na execução dos projetos e gerando altos custos por tempo de parada e manutenção.

A figura 24 a seguir mostra a Ordem de Serviço registrada no sistema SAP em relação à primeira parada do caminhão bomba lança de concreto. Dessa maneira, ela possui informações em relação à identificação do equipamento e a descrição da falha em que ocorreu a obstrução tubulação da lança com concreto seco devido a falta de limpeza pós operação.

The screenshot displays the SAP service order interface with the following sections and data:

- Manutenção e Inspeção** | **Dados de avaria** | **Síntese de Item** | **Análise de falha**
- Objeto de referência**
  - Loc. instalação: [Redacted]
  - Equipamento: [Redacted]
- Responsabilidades**
  - CenTrab respon.: MEC [Redacted]
  - Notificador: [Redacted]
  - Data da nota: 21.07.2022 10:54:57
- Datas-base**
  - Prioridade: Alta
  - Parada
- Situação**
  - Descrição: TUBULAÇÃO OBSTRUÍDA
  - TUBULAÇÃO OBSTRUÍDA COM CONCRETO SECO POR FALTA DE LIMPEZA APÓS OPERAÇÃO

Figura 24 - Ordem de serviço relacionada à primeira falha do equipamento.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

A figura 25 demonstra os dados de avaria relacionados à primeira parada, contendo informações relacionados aos dias e horários do início e fim das atividades da manutenção, bem como o cálculo de dias em que o equipamento esteve parado. Dessa maneira, é possível identificar que o equipamento falhou no dia 18/07/2022 às 18 horas e 50 minutos, sendo liberado no dia 19/07/2022 às 11 horas e 50 minutos, totalizando 17 horas paradas.

The screenshot displays the 'Dados de avaria' (Incident Data) screen in SAP. The interface includes a navigation bar with tabs for 'Manutenção e Inspeção', 'Dados de avaria', 'Síntese de Item', and 'Análise de falha'. The main content area is divided into three sections: 'Início' (Start), 'Fim' (End), and 'Parada' (Stop).

Início	
Início avaria	18.07.2022
Hora início avaria	18:50:00

Fim	
Fim da avaria	19.07.2022
Hora do fim avaria	11:50:00

Parada		
<input checked="" type="checkbox"/> Parada	Duração da parada	17,00 H

Figura 25 - Dados de avaria da primeira falha.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Após aproximadamente um mês da falha, o equipamento parou novamente devido ao mesmo motivo, porém ainda mais grave. A figura 26 a seguir mostra a Ordem de Serviço registrada no sistema SAP em relação à segunda parada do caminhão bomba lança de concreto. Dessa maneira, ela possui informações em relação à identificação do equipamento e a descrição da falha em que o equipamento ficou inoperante devido ao entupimento das vias de passagem de concreto devido à falha operacional relacionada à limpeza do equipamento.

The screenshot displays a software interface with three tabs at the top: 'Manutenção e Inspeção', 'Dados de avaria', and 'Análise de falha'. The 'Dados de avaria' tab is active. The interface is organized into several sections:

- Objeto de referência:** Contains fields for 'Loc. instalação' and 'Equipamento', both of which are redacted with blue boxes. To the right of these fields are three small icons: a grid, a magnifying glass, and a document with a blue 'i' icon.
- Responsabilidades:** Contains a 'CenTrab respon.' field with 'MEC' and a redacted box, a 'Notificador' field, and a 'Data da nota' field showing '24.08.2022 11:21:40'.
- Datas-base:** Contains a 'Prioridade' dropdown menu set to 'Alta' and a checked checkbox labeled 'Parada'.
- Situação:** Contains a 'Descrição' field with the text 'Tubos da lança entupidos' and a larger text area below it containing the following text:

Lança inoperante devido a entupimento das vias de passagem de concreto por falha operacional.  
Equipamento enviado para manutenção externa do próprio fornecedor e após limpeza completa dos tubos, houve o retorno para obra.

To the right of the description field are two icons: a blue 'i' icon and a document icon.

Figura 26 - Ordem de serviço referente a segunda falha do equipamento.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

A figura 27 demonstra os dados de avaria relacionados à segunda parada, contendo informações relacionados aos dias e horários do início e fim das atividades da manutenção, bem como o cálculo de dias em que o equipamento esteve parado. Dessa maneira, é possível identificar que o equipamento falhou no dia 17/08/2022 às 07 horas, sendo liberada no dia 30/08/2022 às 08 horas, totalizando 313 horas paradas devido ao concreto seco nas lanças por falta de lavagem.

Início	
Início avaria	17.08.2022
Hora início avaria	07:00:00

Fim	
Fim da avaria	30.08.2022
Hora do fim avaria	08:00:00

Parada	
<input checked="" type="checkbox"/> Parada	Duração da parada
	313,00 H

Figura 27 - Dados de avaria relacionado à segunda falha.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Todos esses fatores impactaram no planejamento da execução dos projetos das edificações, sendo bastante prejudiciais para a empresa. Com essas informações das falhas é possível calcular o MTBF e o MTTR em relação às falhas.

- MTBF

Para calcular o valor MTBF basta subtrair do tempo total da máquina funcionando pelo tempo perdido com ela parada. Depois disso, divida pelo número de paradas realizadas.

#### **Cálculo MTBF Fórmula**

$$MTBF = (TD - TM) / P$$

TD = tempo de disponibilidade

TM = tempo de manutenção

P = número de paradas

Assim, é possível realizar os cálculos.

Com base nas informações das avarias das falhas, é possível identificar que a primeira parada teve liberação no dia 19/07/2022 às 11 horas e 50 minutos e a segunda falha com parada

no dia 17/08/2022 às 07 horas da manhã. Dessa forma, o equipamento esteve disponível durante o intervalo das paradas:

$$TD = 691,17H$$

O tempo de manutenção em relação à primeira parada foi de 17 horas e da segunda de 313 horas. Dessa maneira, o equipamento ficou parado em manutenção duas vezes com um total de:

$$TM = 330H$$

$$P = 2$$

Portanto, é possível calcular o MTBF:

$$MTBF = (691,17 - 330) / 2 = 180,59 H$$

Com isso o resultado do MTBF é de 180,59 horas.

- MTTR

Para encontrar o MTTR, primeiro deve-se somar os tempos de reparo. Depois disso, divide-se pelo número de intervenções realizadas. Assim, você terá o tempo médio de reparo de um equipamento.

$$MTTR = \text{Soma dos reparos} / n^{\circ} \text{ de intervenções}$$

Com base nas informações das avarias das falhas apresentadas, o tempo de manutenção em relação à primeira parada foi de 17 horas e da segunda de 313 horas:

$$MTTR = 330 / 2 = 115H$$

Portanto, foi possível detectar que o equipamento teve um tempo médio relacionado às paradas de 115 horas. Dessa forma, as falhas impactaram diretamente no cronograma da empresa. Uma vez que o projeto apresentado pelo cliente há todo um planejamento quanto a execução pela construtora, principalmente em relação ao prazo de entrega. No entanto, a parte de concretagem que seria fundamental o uso do maquinário foi impactada de forma significativa. Além disso, não só o custo alto da manutenção relacionado à retirada do concreto seco, em que foi necessário a abertura de todas as vias da lança e até mesmo a retirada do

equipamento para manutenção externa, houve grande efeito no custo relacionado à parada de atividade e operação.

#### **4.5 Proposta de elaboração do plano de manutenção para o equipamento**

A empresa já possui um plano de manutenção relacionado ao caminhão conforme o recomendado pelo fabricante, como troca de filtro, óleos, peças e revisões, seguidas de acordo com o horímetro trabalhado. Além disso, os procedimentos realizados pela empresa após a operação da bomba-lança não são eficientes e adequados, porque a empresa não possui um plano elaborado para melhor execução da prática, o que acarretou um grande prejuízo.

Dessa forma, é elaborado um plano de manutenção sobre o problema enfrentado pela empresa e sobre o equipamento para melhor qualidade dos serviços, relacionado à preparação do equipamento pré e pós operação, principalmente relacionado à limpeza. A elaboração do plano é realizada através de etapas conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Etapas para elaboração do plano.

<b>ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DO PLANO</b>	
<b>1</b>	<b>Identificação das partes do equipamento que precisam ser limpas regularmente e a frequência</b>
<b>2</b>	<b>Listagem dos procedimentos e as ferramentas necessárias para limpar cada parte do equipamento</b>
<b>3</b>	<b>Elaboração de um cronograma para a limpeza regular do equipamento</b>
<b>4</b>	<b>Definição das responsabilidades para cada tarefa de limpeza</b>
<b>5</b>	<b>Formalização das atividades de limpeza realizadas em um registro de manutenção.</b>
<b>6</b>	<b>Realização de inspeções regulares para verificação da execução do plano de manutenção relacionado à limpeza e condições do equipamento</b>



- **Etapa 1: Identificação das partes do equipamento que precisam ser limpas regularmente e com que frequência:**

Chassi, lança, estrutura e estabilizadores: é necessário a limpeza para que o concreto não fique incrustado dificultando uma futura limpeza.

Bomba de concreto: é necessário a retirada de concreto que atinge a bomba para evitar que dê defeito e pare de funcionar, dessa forma parando que bombear concreto.

Tremonha e mangueira de bombeamento: são as partes em que o concreto é diretamente injetado, as vias por onde ele passa. Dessa forma, é extremamente importante a limpeza muito bem executada para não entupir e evitar transtorno.

Sistema de controle: é necessário sempre conferir e realizar a limpeza, o sistema danificado por excesso de sujeira respingada pode danificar os controles deixando o equipamento inoperante.

- **Etapa 2: Listagem de procedimentos e ferramentas necessários para limpeza do equipamento**

A empresa já possui zonas em que há fluxo de água, porém seria interessante a instalação de um lavador de alta pressão para limpeza dos equipamentos. Isso é necessário para lavagem a água de todas as partes do equipamento para retirada do concreto como a estrutura, tremonha e mangueira.

Limpeza com ar comprimido: para limpeza da tubulação onde percorre o concreto, normalmente feita com espuma industrial e impulsionada por ar comprimido cuja movimentação deve ser feita com a bomba acionada no sentido do retorno. Quando o processo de distribuição do concreto termina, uma válvula de fechamento é cerrada. Em seguida, ao reabrir a válvula de fechamento, o concreto flui de volta por gravidade até que esta força deixa de ser suficiente para empurrar o concreto para fora da seção horizontal da linha. É então instalado no topo da linha de concreto o cabeçote de limpeza, ao qual é conectada uma linha de ar comprimido. Uma bola de limpeza é empurrada dentro da linha pelo ar comprimido e o concreto remanescente é impelido em direção à saída inferior da bomba de concreto.

A figura 28 ilustra como é realizado a limpeza com ar comprimido realizado com a bola de limpeza.

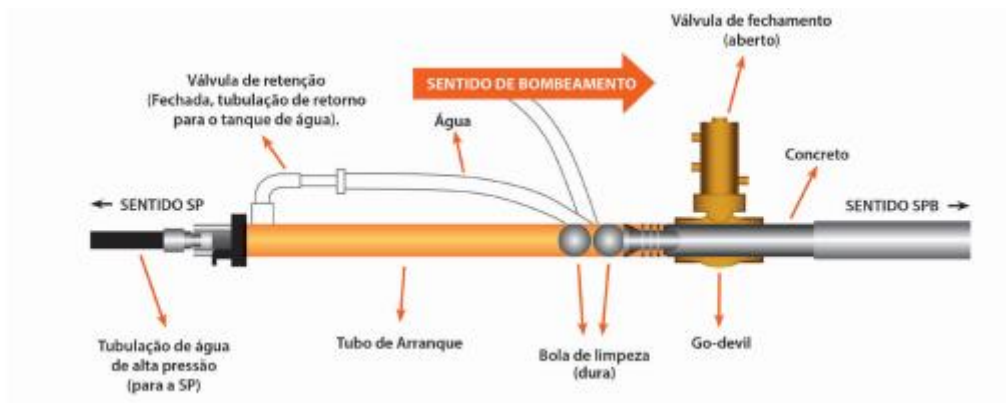


Figura 28 - Limpeza com ar comprimido.  
Fonte: Manual ABESC (2023).

Alguns casos podem ser aplicados óleos vegetais antes da pulverização do concreto, um procedimento que, além de facilitar a posterior remoção dos resíduos, também ajuda a proteger o equipamento.

Também é possível utilizar espátulas e alavancas para auxiliar na remoção do concreto residual de partes onde apenas a água já não é capaz de realizar eficazmente a tarefa. No entanto, essa remoção mecânica deve ser feita de forma extremamente cuidadosa, para não danificar o equipamento.

- **Etapa 3: Elaboração de um cronograma para a limpeza regular do equipamento**

A limpeza das partes do equipamento relacionado à bomba lança de concreto deve ser realizada sempre após a operação, como a tremonha, bomba de concreto e a mangueira de bombeamento. Dessa forma, deve ser alinhado com a equipe da produção um cronograma para início e fim das atividades para que a execução da limpeza seja realizada antes do fim do expediente.

Como se trata de um equipamento que opera com o concreto de matéria prima, é necessário a limpeza rápida para evitar encrustamento de concreto seco e entupimento das vias. Além disso, o material depois de seco prejudica mais a remoção, gastando mais tempo e dificuldade. Assim, deve ser programado um horário limite para o fim da operação para que possa ser realizada limpeza das partes que têm contato direto com o concreto sempre que o equipamento for usado. Além disso, é necessário alinhar com a equipe da manutenção sobre a disponibilidade de um mecânico para auxiliar e a equipe da produção sobre a liberação de mais um colaborador para ajuda.

Além da limpeza do local onde é adicionado o concreto e as vias por onde passa, é muito importante a limpeza periódica da parte estrutural equipamento como: cabina, chassi, lança e sistema de controle, para remoção de poeira, graxa, óleo impregnados e concreto nas partes que atingiu. A lavagem e higienização dessas partes não são necessários sempre após o uso, demandando muito tempo impactando a produção, porém é necessário a programação de uma limpeza geral, como por exemplo nos finais de semana onde geralmente as frentes de serviços são menores e não demanda muitas atividades.

- **Etapa 4: Definição das responsabilidades para cada tarefa de limpeza**

O responsável pela limpeza é o próprio operador, ele é o responsável pelo zelo e pelo cuidado com sua ferramenta de trabalho. Dessa maneira, na hora da contratação do operador, são necessários um treinamento e uma apresentação sobre o plano a ser seguido e importância da execução das atividades do mesmo.

É muito importante que a realização da atividade seja realizada com o auxílio de um ou mais mecânicos, pois além de possuir uma ajuda para a realização das tarefas, pode acontecer que seja necessário algum tipo de trabalho de um mecânico, como a retirada e instalação de peças. Vale ressaltar que a responsabilidade do equipamento é do próprio operador. Dessa forma, a equipe da manutenção pode auxiliar nas tarefas.

- **Etapa 5: Registro das atividades de limpeza realizadas em um registro de manutenção.**

Após a realização das atividades é importante o registro das atividades. Segue um modelo utilizado para registro a ser escrito pelos próprios executores da atividade (limpeza), através de uma folha de Ordem de serviço preenchida manualmente. A ordem de serviço registrada é enviada para a equipe de PCM que lança para o sistema da empresa.

Dessa maneira, como mostra a figura 29, é possível preencher os dados do equipamento, início e o fim da atividade e além de uma descrição sobre o que foi realizado.

Ordem de Serviço de Manutenção					
DADOS DO EQUIPAMENTO					EMIÇÃO
ID	APELIDO	DESCRIÇÃO	MODELO	HORÍMETRO/KM	DATA
FRENTE DE SERVIÇO		SOLICITANTE		MATRÍCULA	HORÁRIO
TIPO DE MANUTENÇÃO					
<input type="checkbox"/> MANUTENÇÃO PREVENTIVA		<input type="checkbox"/> MANUTENÇÃO CORRETIVA		Nº DA NOTA	Nº DA ORDEM
DESCRIÇÕES DA ATIVIDADE					
					<b>FIM DA ATIVIDADE</b>
					DATA
					HORÁRIO

Figura 29 - Ordem de serviço de manutenção.  
 Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Nessa página é possível fazer a descrição da atividade a ser lançada no sistema e os materiais utilizados, como demonstra a figura 30.

DESCRIÇÃO DE SERVIÇOS EXECUTADOS								
ITEM	ÁREA	EXECUTOR	MATRÍCULA	CÓDIGOS				DETALHES / OBSERVAÇÕES
				SISTEMA / COMPONENTE	SINTOMA	CAUSA	AÇÃO	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

MATERIAIS UTILIZADOS

Figura 30 - Descrição de serviços executados.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).

Dessa forma, é possível maior controle sobre as atividades, além de maior probabilidade de identificação sobre a causa e tipo de falha com uma eventual parada, por exemplo se foi falha natural ou operacional, se caso for operacional se foi por culpa do operador.

- **Etapa 6: Realização de inspeções regulares para verificar se o equipamento está sendo limpo adequadamente e se há alguma necessidade de ajustar ou atualizar o plano de manutenção, além de inspeções de segurança pré operação e inspeção mecânica.**

As inspeções relacionadas à limpeza podem ser realizadas através de checklists com as partes do equipamento a ser utilizado para concretagem, com registro de conformidade e não conformidade, conforme figura 31, além do preenchimento de observações caso necessário, sempre antes da operação pelo próprio operador.

INSPEÇÃO CAMINHÃO BOMBA LANÇA					
ID / APELIDO:			DATA:		
PLACA:			RESPONSÁVEL		
KM:					
ASSINATURA:					
	ITENS	NORMAL	BOM	RUIM	NA
ESTRUTURA	Cabina				
	Chassi				
	Lança				
	Estabilizadores				
VIAS DE CONCRETO	Tremonha				
	Mangueira de bombeamento				
	Bomba de concreto				
SISTEMA ELÉTRICO	Sistema de controle				
<i>Anotações Complementares</i>					

Figura 31 - Inspeção relacionada à limpeza do caminhão bomba lança de concreto.  
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

Também é importante um check list pré operação contendo os principais itens de segurança do equipamento, com a finalidade de tentar garantir maior segurança para o operador e a máquina, além do uso de EPIs, conforme apresentado na figura 32.

Fornecedor:		Fornecedor quarterizado:	Local/Área:				
Equipamento:		Número de Identificação:	Identificação (TAG):				
Documentação	ITENS			OK	NOK	NA	
	1.	Laudo eletromecânico emitido por profissional habilitado com ART atestando a conformidade do equipamento *(1)					
	2.	Projeto de fabricação e instalação de ROPS com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) *(2)					
	3.	Manual do equipamento em língua portuguesa					
Requisitos Legais	4.	Documentação de identificação de equipamento					
	5.	Buzina ou outro dispositivo de alerta					
	6.	Cinto de segurança três pontos e retrátil. (O cinto de segurança deve ser do tipo 3 pontos e retrátil. Caso não seja fornecido pelo fabricante, o cinto de segurança deve ser de 2 pontos retrátil)					
	7.	Faróis para uma operação segura e interação com o tráfego					
	8.	Maçaneta das portas					
	9.	Trincos externos e internos					
	10.	Para-brisa – limpadores, esguicho de água e condições gerais					
	11.	Espelhos retrovisores internos e externos					
	12.	Freio de estacionamento					
	13.	Pneus					
	14.	Cones de sinalização					
Requisitos Fundação	15.	Fita refletiva contínua					
	16.	Identificação alfanumérica					
	17.	ROPS ou célula de sobrevivência *(2)					
	18.	FOPS (aplicável para veículos com risco de queda de materiais sobre a cabine)					
	19.	Correntes de segurança em reboques					
	20.	Alarme de ré/movimentação					
	21.	Partes móveis protegidas					
	22.	Rádio de comunicação (pode ser portátil)					
	23.	Proteção de cabine para equipamentos com risco de projeção de materiais					
	24.	Ponto de isolamento com cadeado na posição desligado					
	25.	Acesso protegido onde há risco de queda superior à 2 metros					
	26.	Adesivo de altura máxima de operação					
	27.	Cabine fechada, vedada e com ar condicionado					
	28.	Lay-out ergonômico (assentos, controles etc )					
	29.	Extintor de incêndio					
	30.	Condição geral do equipamento (mangueiras, conexões, vazamentos, etc)					

Figura 32 - Check list de segurança pré operação.  
Fonte: Pesquisa Direta (2023).

Além disso, é importante um check list, conforme apresentado na figura 33, realizado periodicamente pela equipe da manutenção sobre as principais partes de funcionamento e atividade para conformidade e reparo caso não haja conformidade, na tentativa de garantir maior produtividade, segurança e reduzir custo.

INSPEÇÃO DE CAMINHÕES					
ID / APELIDO:		DATA:			
PLACA:		RESPONSÁVEL			
KM:					
ASSINATURA:					
ITENS		NORMAL	BOM	RUIM	NA
TRANSMISSÃO; EMFREAGEM; DIREÇÃO	Vazamento				
	Aquecimento				
	Ruido anormal				
	Fluido de Embreagem				
	Volante, Coluna e Caixa de Direção				
DIFERENCIAL	Vazamento				
	Ruido Anormal				
SISTEMA DE FREIO	Tubos das linhas e mangueiras				
	Pedal de freio				
	Lonas de freio e tambores				
	Pastilhas e Discos				
	Fluido de freio				
SISTEMA HIDRÁULICO	Vazamento e Conexões				
	Mangueiras				
	Válvulas				
	Cilindros				
PNEUS	Cortes				
	Desgastes Irregulares				
	Calibrado				
SISTEMA ELÉTRICO	Luzes				
	Painel e Alarmes				
	Baterias/Cabos/Terminais				
	Fiação Chicote				
	Motor de Partida				
	Alternador				
<b>Anotações Complementares</b>					<b>Código</b>
Código - (1) Substituir - (2) Corrigir - (3) Verificar - (4) Regular					

Figura 33 - Check list de inspeção mecânica para o equipamento.  
Fonte: Pesquisa Direta (2022).



Portanto, é desenvolvido um plano de manutenção, contendo todas as etapas representadas na tabela 2 e suas explicações, com o intuito de tentar garantir que o equipamento seja limpo regularmente e mantido em boas condições de funcionamento. A manutenção regular e adequada do equipamento pode ajudar a prolongar sua vida útil e evitar falhas e custos desnecessários de reparo.

Dessa maneira, a figura 34 representa o plano de manutenção elaborado, incluindo as etapas para elaboração enumeradas de vermelho, para o caminhão bomba lança de concreto contendo todas as informações sobre a execução dos serviços como: as atividades a serem realizadas, as partes do equipamento que deverão ser realizadas os procedimentos (etapa 1), o procedimento a ser executado e as ferramentas necessárias (etapa 2), a frequência em relação ao uso (etapa 3), os responsáveis por cada ação (etapa 4), onde deverá ser feito o registro da execução do plano (etapa 5) e as inspeções regulares de limpeza, segurança e mecânica (etapa 6).

<b>PLANO DE MANUTENÇÃO - CAMINHÃO BOMBA LANÇA DE CONCRETO</b>						
<b>ATIVIDADE</b>	<b>PARTES DO EQUIPAMENTO<sup>1</sup></b>	<b>FREQUENCIA<sup>3</sup></b>	<b>PROCEDIMENTO<sup>2</sup></b>	<b>FERRAMENTAS<sup>2</sup></b>	<b>RESPONSÁVEL<sup>4</sup></b>	<b>REGISTRO<sup>5</sup></b>
<b>LIMPEZA E HIGIENIZAÇÃO</b>	Estrutural: cabine chassi, lança e estabilizadores	Regularmente, de acordo com a necessidade	Lavagem e higienização	Mangueira com jato de água, espátulas e alavancas	Operador do equipamento com ajuda de colaborador	Ordem de serviço
	Concretagem: bomba de concreto, tremonha e mangueira de bombeamento	Sempre após a operação	Lavagem a água e limpeza com ar comprimido	Mangueira com jato de água e bola de limpeza	Operador do equipamento com ajuda de mecânico	Ordem de serviço
	Painel de controle	Regularmente, de acordo com a necessidade	Limpeza	Espanja e pano	Operador do equipamento	Ordem de serviço
<b>INSPEÇÕES DE LIMPEZA<sup>6</sup></b>	Todas as partes do equipamento	Sempre pré operação	Análise de todos os itens do check list de limpeza	-	Operador	Check list de limpeza
<b>INSPEÇÕES DE SEGURANÇA<sup>6</sup></b>	Todas as partes do equipamento	Sempre pré operação	Análise de todos os itens do check list de segurança	-	Operador	Check list de segurança
<b>INSPEÇÕES MECÂNICAS<sup>6</sup></b>	Todas as partes do equipamento	Semanal, de acordo com o uso	Análise de todos os itens do check list de inspeção mecânica	Ferramentas de manutenção	Mecânicos	Check list de inspeção mecânica
Obs.: Uso de EPI de acordo com análise com a equipe de segurança						

Figura 34 - Plano de manutenção elaborado para o caminhão bomba lança de concreto.

Fonte: Pesquisa Direta (2023).

Considerando o plano de manutenção elaborado, é evidente que sua ação desempenha um papel importante no processo, sendo muito importante para execução dos projetos da construção e concretagem. Se a empresa for capaz de abordar de maneira eficaz todos os pontos do plano, poderá tentar alcançar benefícios para a produção, como maior disponibilidade física, redução de custos e aumento da segurança, sendo essencial para o

cumprimento do cronograma e do planejamento, evitando perdas por paradas não programadas.

É fundamental garantir que toda a equipe seja treinada e envolvida no cumprimento das atividades do plano, bem como na padronização dos processos de manutenção. O gerenciamento adequado dessas etapas é crucial para o sucesso do plano proposto.

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 Conclusão

O plano de manutenção é muito importante em qualquer organização ou setor que dependa do funcionamento adequado de equipamentos e maquinários. Ele desempenha um papel fundamental na gestão dos ativos e na garantia da eficiência operacional, segurança e confiabilidade das operações. O plano de manutenção para a limpeza de equipamentos desempenha um papel fundamental na garantia do bom funcionamento, desempenho e vida útil dos mesmos.

O trabalho proposto teve como objetivo propor um plano de manutenção para um caminhão bomba lança de concreto, de uma empresa da área de construção civil, relacionado à limpeza do equipamento pós operação, através de um estudo de caso relacionado ao equipamento para maior disponibilidade física, redução de custos e aumento da segurança.

A empresa enfrentou um grande problema relacionado à limpeza dos equipamentos, mais precisamente em um caminhão bomba lança de concreto, em que a falta de execução e padronização de um plano de manutenção pós operação acarretou em paradas não programadas. Dessa forma, foi prejudicial para o cronograma de concretagem e o planejamento da execução dos projetos. O trabalho foi elaborado com o intuito de propor um plano de manutenção relacionado ao problema.

O resultado obtido foi uma proposta de um plano de manutenção, contendo informações, com expectativa de reduzir o número de intervenções corretivas não planejadas.

Estudos mostram que executando o plano de manutenção conforme o elaborado nesse trabalho trazem benefícios como: melhor desempenho: a lavagem regular dos equipamentos garante que eles operem com eficiência máxima, mantendo a produtividade e o desempenho ideal, aumento da vida útil: remover resíduos e detritos dos equipamentos ajuda a prevenir o desgaste excessivo, a corrosão e outros danos, prolongando a vida útil dos mesmos, redução de falhas: a lavagem regular reduz a probabilidade de falhas e mau funcionamento, minimizando as intervenções e aumentando a confiabilidade dos equipamentos, economia de custos: a manutenção preventiva por meio da lavagem adequada pode ajudar a evitar reparos caros e substituições prematuras de peças, resultando em economia a longo prazo e segurança operacional: a limpeza adequada dos equipamentos ajuda a garantir que eles operem dentro

dos padrões de segurança, minimizando os riscos de acidentes ou falhas relacionadas à sujeira acumulada.

Portanto, expectativa é de que esse plano resulte em melhorias para manutenção e no processo geral, eliminando atividades desnecessárias e aumentando a disponibilidade física e a confiabilidade.

É importante ressaltar que a implementação adequada do plano desenvolvido requer a realização de treinamentos para capacitar cada membro da equipe de manutenção responsável pelo caminhão. Além disso, é necessário realizar compra de todos os materiais que envolvem a limpeza, principalmente as mangueiras e a bola para limpeza de ar comprimido.

## **5.2 Recomendações**

Este estudo concentrou-se na proposta de elaboração do plano de manutenção como uma abordagem para a manutenção organizacional. Portanto, trata-se de um trabalho que não permite sua execução imediata. Para isso, algumas etapas adicionais podem ser executadas, as quais são sugeridas como recomendações para trabalhos futuros, tais como:

- Avaliação da implantação do Plano de Manutenção em relação viabilidade econômica da empresa;
- Avaliação dos índices de manutenção após a implementação do plano elaborado;
- Aplicação do plano proposto no estudo para outros equipamentos da empresa.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, T. **O que é uma autobomba de concreto?** 2016. Disponível em: <https://industria hoje.com.br/o-que-e-uma-autobomba-de-concreto> Acesso em: 01 maio 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM. **Manual para bombeamento e distribuição de concreto.** 2019. Disponível em: [https://abesc.org.br/wp-content/uploads/2019/07/MANUAL\\_ABESC.pdf](https://abesc.org.br/wp-content/uploads/2019/07/MANUAL_ABESC.pdf) Acesso em: 27 abr. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade.** Rio de Janeiro, 1994. 37p.
- BRANCO FILHO, Gil. **Indicadores e Índices de Manutenção.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.
- CERVO, Amando Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica.** São Paulo: Makron Books, 1996.
- CHIQUITO, A.; VELOSO, A. M. A. **Elaboração de um plano de manutenção utilizando conceitos de manutenção produtiva total.** Dep. Acad. Eletr. Mecan. Curitiba, 2018.
- CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- DIAS, A. S. N., MELO, A. C. O. **Análise de indicadores de desempenho da manutenção de uma linha de produção de sucos e achocolatados em embalagens longa vida.** Monografia IFS, Campus Lagarto. 2021.
- DIFFERENCIAL SERVICE. **Funcionamento de bomba de concreto.** 2013. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_vb5WTiwuTc](https://www.youtube.com/watch?v=_vb5WTiwuTc) Acesso em: 27 abr. 2023.
- FARIA, J. G. A. **Administração de Manutenção.** São Paulo: Edgard Blucher, 1994.
- FALORCA, J. G. **Modelo para plano de inspeção e manutenção em edifícios correntes.** Fac. Cienc. Tec. Univ. Coimbra. 2004.
- FONSECA, E. C. **Diagnóstico da função manutenção em uma indústria têxtil do RN.** Univ. Fed. Rio Grande do Norte. 2022.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GURSKI, Carlos Alberto; RODRIGUES, Marcelo. **Planejando Estrategicamente a Manutenção.** Rio de Janeiro, Out 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br>. Acesso em: 01 maio 2023.
- KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: Função Estratégica.** 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymak, 2001.

LEITE, D. S.; FERREIRA, S. N., NASCIMENTO, W. V. **Revisão bibliográfica da manutenção preditiva e seus conceitos de tecnologia atrelados a indústria 4.0**. Sust. Meio Amb. 2009.

MARQUES, F.T.M et al. **Sistemas de Controle de Manutenção**. Itajubá: UNIFEI, 2003.

MENDES, D. **Entendendo indicadores**. Escola Aberta. 2021.  
<https://ead.escolaaberta3setor.org.br/courses/entendendo-indicadores>. Acesso em: 02 maio 2023.

NASCIF, Júlio; DORIGO, Luiz Carlos. **Manutenção Orientada Para Resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

PALLEROSI, C. A. **Confiabilidade: a quarta dimensão da qualidade**. São Paulo: ReliaSoft Brasil, v.1, 2007.

PIMENTEL, Hugo de Souza; LIMA, Aleksandro Guedes; NOGUEIRA NETO, Severino Cesariano. **Emprego dos indicadores de manutenção classe mundial nas indústrias da Paraíba**. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012, Palmas.

SIMEI, L. C. **A manutenção centrada na confiabilidade como ferramenta de planejamento de manutenção de equipamentos móveis pesados**. III Congresso Intern. Cienc. Tecn. Desenv. 2014.

SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem Analítica**. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

TAKASHINA, Newton Tadashi; FLORES, Mario C. X.. **Indicadores da qualidade e do desempenho: como estabelecer metas e medir resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

TELLES, P. V. et al. A importância da manutenção industrial e seus indicadores. Rev. Cient. Mult. Nuc. Conhec. 2017.

VIANA, H. R. G. **PCM. Planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006. 168p.

XENOS, Harilaus Georgius. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Minas Gerais: Indg Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

\_\_\_\_\_. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Belo Horizonte: Editora Desenvolvimento Gerencial, 1998.

ZEN, Milton Augusto Galvão. **Indicadores de manutenção**. 2011. Disponível em: < <http://www.mantenimentomundial.com/sites/mm/notas/indicadoresBR.pdf> >. Acesso em: 28 abr. 2023.

NETO, Nilton Costa Cereira de s. Thiago. **Elaboração do plano de manutenção preventiva do dispositivo robótico de inspeção de ambientes restritos e confinados – espeleorobô**. 2022. Monografia – Universidade Federal de Ouro Preto.