



AFYA EDUCACIONAL UNIRENEDENTOR
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

IGOR SILVA VIDON FERREIRA
MATHEUS HENRIQUES CORDEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO
PREVENTIVA PARA UMA AMOSTRA DENTRO DA FROTA DE
CAMINHÕES BETONEIRA DA EMPRESA CONCRELAGOS**

Itaperuna - RJ

2021

IGOR SILVA VIDON FERREIRA
MATHEUS HENRIQUES CORDEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO
PREVENTIVA PARA UMA AMOSTRA DENTRO DA FROTA DE
CAMINHÕES BETONEIRA DA EMPRESA CONCRELAGOS**

Projeto apresentado ao curso de graduação em engenharia mecânica do centro universitário redentor na disciplina de trabalho de conclusão de curso como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Daniel Passos Gallo

Itaperuna - RJ

2021

Autores: IGOR SILVA VIDON

MATHEUS HENRIQUES CORDEIRO

Título: DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA UMA AMOSTRA DENTRO DA FROTA DE CAMINHÕES BETONEIRA DA EMPRESA CONCRELAGOS

Natureza: Trabalho de Conclusão de Curso

Objetivo: Título de Bacharel em Engenharia Mecânica

Instituição: Centro universitário Redentor

Área de Concentração: Engenharia Mecânica

Aprovados em: ____/____/____

Banca Examinadora:

Prof^a. Daniel Passos Gallo
M.Sc. em Engenharia e Ciência dos Materiais
Instituição: Universidade Estadual do Norte Fluminense

Prof^a. Jéssica Guimarães Hiller Ferreira
M.Sc. em Engenharia Mecânica
Instituição: Universidade federal Fluminense

Prof^a. Vinícius de Oliveira Barbosa
Especialista em automação industrial
Instituição: Universidade Candido Mendes

DEDICATÓRIA

Dedicamos esse trabalho ao professor Sérgio Souza (in memoriam), chamado carinhosamente por nós de Serjão, por sempre se dedicar ao máximo em suas aulas e fazer de tudo para passar seu vasto conhecimento, sempre com bom humor e lecionando muito mais que apenas disciplinas, mas oferecendo conselhos que levaremos para a vida.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela proteção e por tudo que tenho em minha vida.

Aos meus pais Fábio e Cristina por todo apoio que tive durante essa caminhada e por sempre estarem ao meu lado, fazendo dos meus sonhos os deles e aos meus avós por se alegrarem a cada conquista.

A minha noiva Thayná por também me apoiar durante todos os momentos e por me incentivar a sempre melhorar, não me deixando me abater em momentos difíceis.

A minha dupla, Igor, por toda ajuda durante o curso, e dedicação e esforço empregados para que esse trabalho fosse possível.

Aos professores Victor Souza, pela amizade e parceria construída durante seu tempo na instituição, sendo minha primeira referência na jornada científica que tive durante o curso, me fazendo crescer durante essa etapa, e Daniel Gallo, meu orientador, pela amizade construída, por sempre estar disponível e por comprar nossas ideias, ensinando as ferramentas para torná-las realidade.

Aos meus amigos Rick, Isaac, Brenner pelas noites de estudo, parcerias em projetos e pela grande amizade construída dentro e fora da instituição, tornando as aulas mais leves e marcando muitos momentos na memória.

Ao meu amigo Ricardo, companheiro de faculdade e de trabalho, pela parceria durante o curso e por ajudar diretamente no meu TCC de toda forma que pôde, e ao Fabrício Lopes, que se tornou um amigo antes de ser chefe, por autorizar a utilização dos ativos da empresa para o tema desse trabalho e por vibrar comigo por essa conquista.

Matheus

Agradeço primeiramente a Deus e aos meus pais por todo apoio e suporte para que pudesse chegar até aqui.

Ao meu orientador Daniel Gallo por todos os ensinamentos e a minha dupla Matheus pela parceria na faculdade e nesse trabalho.

Igor

“Sê humilde para evitar o orgulho, mas voa alto para alcançar a sabedoria”.

Santo Agostinho

RESUMO

A manutenção é um aspecto fundamental para o sucesso financeiro e comercial nos empreendimentos por parte de qualquer organização, sendo a manutenção preventiva a mais impactante, sendo essencial que este impacto seja positivo para a empresa. Esse trabalho propõe um plano de manutenção preventiva baseado no parâmetro de horas trabalhadas para uma amostra da frota de caminhões betoneira da empresa Concrelagos Concreto LTDA, sendo a escolha do parâmetro realizado a partir de uma análise da realidade dos itens constituintes da amostra na empresa, sendo comparado o resultado com o sistema utilizado atualmente na empresa, visando aumentar a eficiência dos ativos e diminuir as despesas, utilizando ferramentas já disponíveis. O efeito positivo da implementação do plano proposto pôde ser verificado por uma projeção comparativa baseada nos dados de manutenção disponíveis na empresa, onde foi verificada uma economia financeira de R\$ 224.997,00 em um período de cinco anos, assim mostrando a viabilidade e eficiência do projeto proposto.

Palavras-chave: Eficiência; Frota; Manutenção; Plano; Preventiva.

ABSTRACT

Maintenance it is an essential point for the financial and commercial success in any part of an enterprise organization, being preventive maintenance the most impacting, it is essential that this impact be positive for the company. This academic project purposes a preventive maintenance plan, based on the hours worked for a sample of the concrete mixer - trucks of the company Concrelagos Concreto LTDA, being the choice of the parameter, released from the analysis of the reality of the constituent items of the company's sample the result being compared with the system in use on the company aiming to increase the efficiency of the assets and decrease the, using the tools that are already available. The positive effect of the implantation of purposed plan can be verified for a comparing projection based on maintenance data available on the company's archives, where was verified in a financial decrease of costs of R\$ 224.997,00 in a period of five years, showing the viability and the efficiency of the purposed project.

Key words: Efficiency; Fleet; Maintenance; Plan; Preventive.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pilares da manutenção preditiva	16
Tabela 2 – Vantagens e desvantagens dos parâmetros de manutenção.....	27
Tabela 3 – Informações de horas trabalhadas e volume carregado nos meses de maio, junho e julho.....	37
Tabela 4 – Média total de horas trabalhadas e volume carregado nos meses de maio, junho e julho.....	38
Tabela 5 – Comparação entre a quantidade de preventivas por horímetro e volume.	40
Tabela 6 – comparação de despesas de manutenção entre os métodos de preventiva por volume bombeado e horas trabalhadas.....	40
Tabela 7 – Comparativo anual de despesas dos parâmetros de manutenção.....	41
Tabela 8 – Economia gerada pela adoção do sistema de manutenção por horas trabalhadas.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais características das gerações da manutenção.....	13
Figura 2 – Intervalos de uso t_0 a t_1 , t_2 a t_3 , t_4 a t_5 , t_6 a t_7 e interrupção quando é adotada a manutenção preventiva t_1 a t_2 e t_3 a t_4 . A representação da ocorrência de uma manutenção corretiva está entre t_5 e t_6	19
Figura 3 – Fluxograma dos critérios de seleção da amostra.....	22
Figura 4 – Veículo RME7F02, da filial de Nova Contagem, que faz parte do grupo de amostra para a proposta do plano de manutenção preventiva.....	23
Figura 5 – fluxograma sobre os parâmetros de manutenção.....	25
Figura 6 – Primeira página da ordem de serviço gerada pela planilha.....	31
Figura 7 – Trecho da segunda aba da planilha.....	32
Figura 8 – Segunda página da ordem de serviço gerada pela planilha.....	32
Figura 9 – Programação do caminhão RNE7F03 da filial de Nova Contagem.....	33
Figura 10 – Consulta de porcentagem de metragem cúbica carregada pelo caminhão RNE7F03 da filial de Nova Contagem na data de 16/09/2021.....	34
Figura 11 – Porcentagem do veículo RME7E84 no momento da revisão.....	35
Figura 12 – Horímetro do veículo RME7E84 no momento da revisão.....	35
Figura 13 – Comparação financeira entre os métodos de manutenção no período de 5 anos.....	41
Figura 14 – Comparação financeira anual entre os métodos de manutenção no período de 5 anos.....	42

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Histórico da manutenção.....	13
1.2 Tipos de manutenção.....	14
1.2.1 Manutenção Corretiva	15
1.2.2 Manutenção Preditiva.....	16
1.2.3 Manutenção Preventiva.....	17
1.3 Objetivo geral	19
1.4 Objetivos específicos.....	20
1.5 Justificativa.....	20
2 METODOLOGIA	21
2.1 Critérios de seleção da amostra	21
2.2 Parâmetros de manutenção	24
2.2.1 Critérios de Seleção dos Parâmetros de Manutenção	25
2.2.2 Seleção do Parâmetro de Manutenção	27
2.3 Proposta do plano de manutenção preventiva	28
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS.....	46
ANEXO A: PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO VOLVO VM 270 LIGHT MIXER FORNECIDO PELA FABRICANTE VOLVO	49

1 INTRODUÇÃO

No transporte de carga por vias terrestres os principais meios utilizados são os caminhões, meio de transporte exposto a condições extremas de quilometragem e horas trabalhadas. Para prevenir possíveis falhas mecânicas no equipamento é necessário um bom planejamento de manutenção, evitando maiores problemas e despesas.

A manutenção de ativos integra cada vez mais o plano estratégico das empresas onde representam uma percentagem cada vez maior da estrutura e do planejamento. De uma forma genérica, nos mais diversos departamentos de manutenção é possível constatar alguns objetivos comuns que visam contribuir para uma otimização da disponibilidade e desempenho desejado de equipamentos (GUERREIRO, 2020, p. 01).

Ainda segundo Guerreiro (2020, p. 01), “a competitividade entre empresas resulta em ofertas de mercado cada vez mais otimizadas onde por vezes torna-se tentador descurar alguns parâmetros mínimos, por vezes até de segurança, para atingir o objetivo”. Um desses parâmetros é a manutenção, que, segundo Paschoal *et al.* (2009), é compreendida como o ato de realizar reparos em elementos que apresentam defeitos, sendo ressaltado pelo autor que a perspectiva utilizada em tal descrição é restrita, pois o ato de manutenção se trata de uma atividade muito mais complexa que meramente efetuar reparos.

Com uma concorrência cada vez mais aguerrida, os clientes têm diversas opções para escolher os seus fornecedores, pelo que uma preocupação com a qualidade do que se oferece deve ser sempre tida em conta. Essa qualidade só poderá ser atingida se os equipamentos utilizados estiverem nas melhores condições de funcionamento, de forma a produzir dentro das especificações pretendidas pelos clientes (FERRÃO, 2009, p. 02).

Paschoal *et al.* (2009) apresenta que a manutenção pode ser realizada em diferentes segmentos de uma organização, dependendo do escopo de atuação da

própria empresa, portanto, o termo manutenção tem grande variedade de definições, sendo aplicado na maioria dos casos com o significado de uma função organizacional que visa prevenir e/ou tratar falhas. É importante ressaltar que a falha é definida como um defeito ou condição fora dos padrões de operação em um componente ou máquina, interferindo negativamente em seu funcionamento. Para Filho (2004), falha é definida como a perda de capacidade parcial ou total de um componente na realização de uma tarefa específica, sendo equivalente a avaria.

Segundo Ferrão (2009), A importância de algo é sempre determinada pelas razões que a justificam. No caso da manutenção, esta é realizada por três ordens de razões:

- Económicas: Para obter o máximo rendimento dos investimentos feitos, prolongando ao máximo a sua vida útil e mantendo-os em operação o máximo de tempo possível; para reduzir os desperdícios, rejeições e reclamações; para reduzir os consumos em combustíveis e fluidos; para conseguir o melhor aproveitamento dos recursos humanos da empresa;
- Legais: A legislação obriga a prevenir situações que possam constituir fator de insegurança (risco de acidente), de incómodo (ruído, fumos, cheiros), de poluição (emissões gasosas, descargas líquidas, resíduos sólidos) ou de insalubridade (temperatura, humidade). Algumas atividades económicas são abrangidas por legislação especial cuja aplicação é verificada por organismos próprios;
- Sociais: Os grupos sociais afetados pela operação dos equipamentos ou instalações podem exercer pressão para que sejam reduzidos os efeitos nocivos ou incómodos dessa operação.

Ainda de acordo com Ferrão (2009, p. 06), “se a manutenção for bem feita, além da redução de custos, consegue-se também uma maior confiança dos clientes. Quanto ao tamanho da estrutura dos serviços de manutenção, isso vai depender do número de veículos que compõem a frota e das características da empresa”.

1.1 Histórico da manutenção

De acordo com Kardec e Naceif (2009), a evolução da manutenção apresenta quatro gerações, sendo a primeira geração iniciada na década de 1910, ainda durante a primeira guerra mundial, época que apresentava uma indústria pouco mecanizada praticamente artesanal se comparada ao período atual, onde eram utilizados equipamentos superdimensionados e de baixo nível de complexidade. A figura 1 mostra de forma mais clara a divisão dessas gerações de manutenção.

Figura 1 - Principais características das gerações da manutenção.



Fonte: Mortelari *et al.*, 2011.

Kardec e Naceif (2009) explicam que nessa época da primeira geração não existia uma prioridade relacionada a baixa produtividade causada pelos problemas gerados pela queda da bolsa de 1929, o que implicava em problemáticas econômicas que eram agravadas pela manutenção precária e pouco eficaz, apresentada por meio de serviços simples como limpeza, lubrificação e reparos após a falha da máquina, podendo ser classificada como uma manutenção corretiva não planejada.

Em meados das décadas de 1950 e 1970, posteriormente a segunda guerra mundial, foi iniciada a segunda geração. A demanda por produtos aumentou exponencialmente em decorrência da pressão gerada pelo período de guerra e com o agravante da redução da mão de obra disponível para operar máquinas, que já se

tornavam mais presentes, além de apresentarem um maior grau de complexidade (KARDEC; NACEIF, 2009).

A partir deste período a produtividade e a confiabilidade se tornaram essenciais nas fabricas, pois era necessário evitar falhas, e isso implicava na necessidade da criação do conceito de manutenção preventiva. Na década de 1960 a manutenção consistia em ações realizadas em intervalos específicos, devido a este tipo de manutenção os custos iniciaram uma vertiginosa crescente de custo, fato que gerou a necessidade de um sistema de planejamento e controle da manutenção (GUERREIRO, 2020).

Segundo Kardec e Naceif (2009), a partir da terceira geração, o processo de mudança na indústria na década de 1970 foi iniciado devido aos prejuízos gerados por paralisações da produção, o que gerou aumento nos custos e redução da qualidade do produto final. O avanço na informática permitiu a implantação de programas para o planejamento, controle e acompanhamento de manutenções, permitindo uma preocupação em aumentar sempre a confiabilidade dos maquinários permitindo, portanto, uma redução das pausas na produção.

Na quarta geração, torna-se importante a redução no número de intervenções nas plantas, sendo aplicados conceitos de manutenção preventiva ou programada aliados a forte aplicação da manutenção preditiva nos processos (GUERREIRO, 2020).

1.2 Tipos de manutenção

De acordo com a norma NBR 5462 (1994), dos tipos de manutenção, as principais são a manutenção corretiva, preditiva e preventiva. Segundo Moubray (2001), a manutenção corretiva tem como objetivo a correção de alguma característica do equipamento que apresenta uma falha e que o impede de cumprir sua função definida em projeto, ou seja, na maioria dos casos é realizada após a falha do equipamento, implicando em caráter de urgência para sua realização.

A NBR 5462 (1994), determina que a manutenção preditiva é definida como um método de manutenção baseada na aplicação de técnicas de análise, implicando em diferentes formas à supervisão centralizada, visando reduzir a manutenção corretiva e preventiva.

Segundo Moubrray (2001), a manutenção preventiva é realizada para evitar que ocorram as falhas, sendo de grande amplitude, englobando aspectos como lubrificação, limpeza, trocas de peças de desgaste no tempo determinado e quaisquer outros itens definidos pelo fabricante e afins.

1.2.1 Manutenção Corretiva

Segundo Ferrão (2009), a manutenção corretiva é considerada um modelo de manutenção bastante antigo, sendo regido essencialmente por um sistema ação após a falha, isto é, depende de um momento de falha do equipamento para que esta seja posta em prática, sendo por si só pouco eficiente quando se trata da produção da empresa.

Este é um modelo de manutenção que representa custos elevados quando analisado de um ponto de vista geral da manutenção. A necessidade de falha do equipamento para uma eventual ação sobre o equipamento por vezes está também associada a uma interrupção não planejada da cadeia de valor e à necessidade de substituição de componentes.

Uma vez os equipamentos imobilizados a aquisição dos componentes a serem substituídos torna-se urgente o que por vezes pode significar uma aquisição a um preço acima da média, mas que, devido à urgência a aquisição do componente torna-se inevitável. Entende-se que, apenas os equipamentos que representam um menor impacto na cadeia de valor e baixo custo de reparação quando expostos a uma potencial avaria poderão estar sujeitos apenas a uma manutenção corretiva (GUERREIRO, 2020).

Segundo Guerreiro (2020, p. 08), “ainda que, idealmente e na maioria das situações, pudéssemos considerar este como um modelo de manutenção indesejado para uma gestão de manutenção é impossível eliminá-lo da realidade da manutenção”.

1.2.2 Manutenção Preditiva

Tendo por base o conhecimento sobre as condições de funcionamento de um determinado equipamento, a manutenção preditiva ganha uma maior expressão com a quarta revolução industrial. Um total conhecimento das condições de funcionamento de um equipamento apenas é possível com uma monitoria em tempo real de diversas variáveis a que o mesmo está sujeito. Pode-se dizer assim que, um equipamento sujeito a um plano de manutenção preditiva está sobre uma constante inspeção (MELO, 2017).

A manutenção preditiva permite assim, com a monitorização em tempo real dos equipamentos, prever uma ocorrência de avaria promovendo um planeamento mais eficiente das ações de manutenção e otimização da vida útil do mesmo. Importa salientar o facto de que esta não torna viável a exclusão total da manutenção preventiva de um plano de manutenção. Por outro lado, esta deverá contribuir para um melhor planeamento das ações de manutenção preventivas e corretivas (ROMEIRA, 2018).

Para a implementação de um plano de manutenção preditiva é essencialmente necessário tornar possível a monitorização das variáveis termográficas, tribológicas, ultrassônicas e vibratórias. Tipicamente estas variáveis são obtidas através de equipamento sensoriais que por sua vez estão em comunicação com sistemas computadorizados e integrados. Para complementar, as ações provenientes da manutenção preditiva deverão ter em conta alguma informação complementar acerca do equipamento (MELO, 2017).

As bases da manutenção preditiva estão expostas na tabela 1.

Tabela 1 - Pilares da manutenção preditiva.

INFORMAÇÃO DO EQUIPAMENTO	HISTÓRICO	ORDEM DE TRABALHO
Tipologia e constituintes	Ciclos de trabalho e ações de manutenção	Recomendações de fabricante e códigos de avaria

Fonte: Adaptado de Melo, 2017.

Importa referir que o modelo de manutenção preditiva poderá estar bastante relacionado com o tema sobre a internet das coisas. De uma forma bastante sucinta,

o tema da internet das coisas aborda questões relacionadas com o facto dos equipamentos estarem preparados para comunicar via internet. O tema trata da capacidade de os equipamentos serem capazes de, no caso da manutenção preditiva, enviar a informação obtida através da monitorização das variáveis do equipamento para uma base de dados informática. Assim, a manutenção preditiva e a internet das coisas, torna possível obter várias informações acerca do estado de funcionamento de um determinado equipamento em tempo real e a partir de um sistema integrado de gestão (KILLEEN *et al.*, 2019).

1.2.3 Manutenção Preventiva

Para Kardec e Naceif (2009), a manutenção preventiva é definida como a realização de uma ação de manutenção com objetivo de reduzir ou evitar a ocorrência de falhas ou quedas de desempenho, sendo obedecido um plano de manutenção previamente elaborado e baseado em intervalos definidos de tempo. A manutenção preventiva apresenta-se mais conveniente quanto maior for a simplicidade de reposição de peças em estoque, quanto maiores forem os custos das falhas, o quanto for danoso a produção esta falha e quão grande o risco a segurança pessoal e operacional da empresa.

Segundo Martin *et al.* (2013), a manutenção é uma combinação de passos realizadas com objetivo de manter os equipamentos em um estado adequado para a operação ou restaura-los a este estado. De acordo com Gustafson *et al.* (2011), a manutenção se baseia na soma de várias atividades técnicas, administrativas e gerenciais aplicadas em um equipamento para manter ou restaurar sua capacidade de executar suas funções.

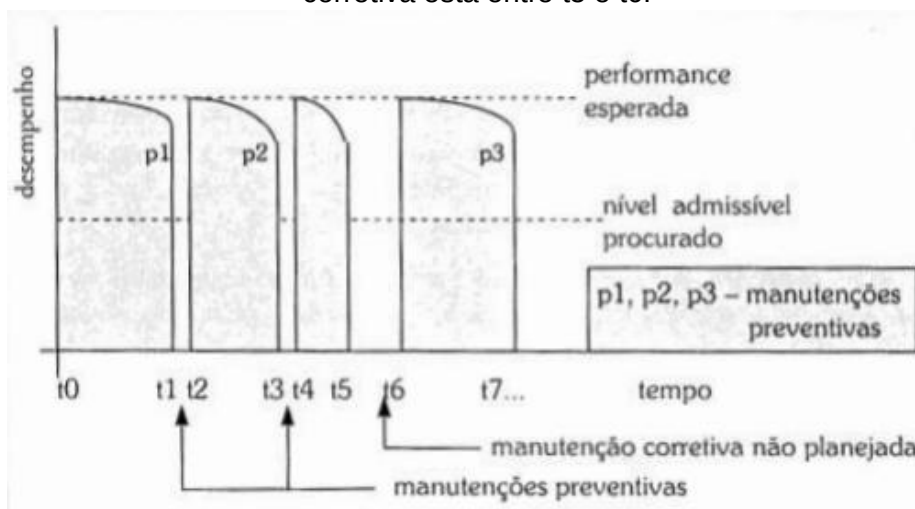
Segundo Kardec e Naceif (2009), na fase inicial de implementação da manutenção preventiva alguns pontos devem ser observados: A relação entre o tempo de falha estimado pela empresa que utiliza o equipamento e o tempo de falhas estipulados pelo fabricante;

- Tempo necessário da desmontagem do equipamento;
- Taxa de reposições prematuras de componentes;

- Evitar ao máximo a ocorrência de falhas entre os períodos das manutenções preventivas.
- Determinação de períodos de tempo onde a manutenção não é possível de ser realizada;
- Risco de agressão ao meio ambiente durante ou no descarte de componentes não reaproveitáveis;
- Redobrar os cuidados relativos a sistemas de média e grande complexidade;
- Características relacionadas à segurança pessoal;
- Ter atenção em equipamentos de difícil liberação para manutenção, sendo considerada a possibilidade de estar à disposição um equipamento reserva.

Kardec e Naceif (2009), ressaltam que a simplicidade de substituição de componentes está diretamente relacionada a conveniência da manutenção preventiva, simplificando custos e redução de falhas humanas nas intervenções de manutenção. A figura 2 apresenta um gráfico que representa alguns fatores importantes relacionados a manutenção preventiva:

Figura 2 - Intervalos de uso t_0 a t_1 , t_2 a t_3 , t_4 a t_5 , t_6 a t_7 e interrupção quando é adotada a manutenção preventiva t_1 a t_2 e t_3 a t_4 . A representação da ocorrência de uma manutenção corretiva está entre t_5 e t_6 .



Fonte: Adaptado de Kardec e Naceif, 2009.

Segundo Barroso (2019), a manutenção preventiva é aquela realizada de maneira sistemática com finalidade de prevenir quebras dos equipamentos durante a operação mantendo o equipamento em condições operacionais, podendo se subdividir em:

- Periódica se realizada com base em intervalos temporais pré-definidos;
- Condicional se realizada pelo monitoramento da condição de uma máquina e detecção de sinais de possíveis quebras ou falhas.

1.3 Objetivo geral

Estudar e propor um plano de manutenção preventiva para uma amostra dos caminhões betoneira da empresa Concrelagos, procurando otimizar o tempo de parada e os custos de manutenção, tanto de peças quanto de mão de obra e consequentemente melhorando a produtividade da empresa de forma geral.

1.4 Objetivos específicos

- Selecionar a amostra estudada com base em determinados critérios para que exista coerência na análise;
- Elaborar uma proposta de plano de manutenção para a amostra que seja vantajosa financeiramente e que preze pela produtividade;
- Manter o custo de implementação desse plano próximo de zero utilizando softwares e ferramentas de baixo custo;
- Reduzir os custos com a manutenção preventiva através de uma mudança na metodologia de manutenção;

1.5 Justificativa

De acordo com Silva (2001), a competitividade de uma empresa no mercado está diretamente ligada à manutenção de seus ativos, devido às suas funções estratégicas dentro da corporação. A manutenção determina a capacidade de se manter uma disponibilidade de equipamentos, gerenciamento de recursos e a capacidade de tratar defeitos de maquinários e eliminar riscos e prejuízos.

A utilização da manutenção preventiva permite não somente que a frota de caminhões se mantenha ativa, mas também propicia a antecipação de falhas de componentes, sendo realizada a troca do componente antecipadamente a sua falha, assim gerando uma maior eficiência, frisando que, o caminhão betoneira é o ativo mais importante da indústria de concretagem.

A amostra definida foram os caminhões betoneira Volvo VM Light Mixer, devido aos seguintes fatores de localidade, semelhança entre os caminhões de mesmo modelo e mesmo implemento, todos foram adquiridos no mesmo lote e esse modelo foi desenvolvido especificamente para o implemento de betoneira.

Por meio da manutenção preventiva os prazos de entrega não são estendidos, e nem os produtos, nesse caso o concreto, são perdidos, fato que gera uma grande vantagem competitiva em relação a empresas do mesmo ramo que não apresentem um plano de manutenção preventiva bem definido.

2 METODOLOGIA

Nesse capítulo serão expostos todos os critérios selecionados para direcionar o projeto e também os métodos e ferramentas utilizados para chegar ao resultado, sendo considerados os critérios necessários para a determinação da amostra a ser analisada, o tipo de método de monitoramento e parâmetro mais adequado para a análise dos componentes dos maquinários que compõem a amostra.

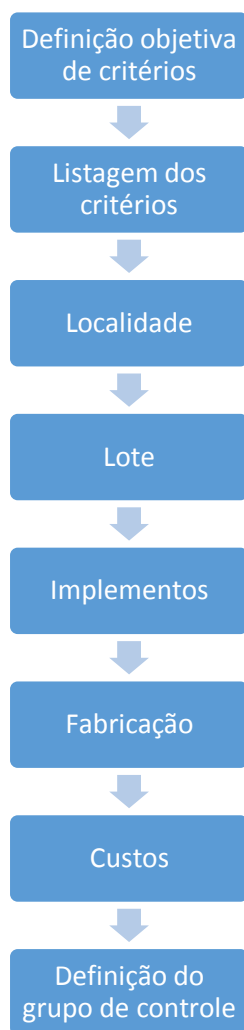
2.1 Critérios de seleção da amostra

Segundo Castro (2020), o primeiro passo na definição da amostra é a coleta de dados relativos aos equipamentos, este levantamento de ações deve ser realizado com o máximo de cuidado no momento da compilação das informações com objetivo de evitar ao máximo a ocorrência de desvios.

A partir do fluxograma abaixo, pode-se notar que a elaboração de um grupo de controle a ser analisado, o qual, permite uma análise mais efetiva de maneira a interferir positivamente na exatidão dos resultados finais para análise, sendo realizada não somente uma determinação numérica ou a determinação de setor específico, sendo aplicado um conjunto de critérios para se chegar a essa determinação adequada da amostra e que não se restrinja a uma cidade, assim permitindo um melhor aproveitamento do plano de manutenção.

De maneira a permitir uma melhora no processo de manutenção de maneira a apresentar um meio termo entre uma amostra muito grande, a qual gera uma grande complexidade devido à grande quantidade de fatores e baixa capacidade de determinação de parâmetros de qualidade e eficiência e uma amostra muito pequena, a qual se torna pouco produtiva e de baixo impacto nos parâmetros e gera uma baixa probabilidade de adoção devido à baixa taxa de redução em custos, o qual é o parâmetro essencial na apresentação de uma proposta de mudança em uma empresa. A figura 3 mostra um fluxograma sobre as etapas necessárias.

Figura 3 - Fluxograma dos critérios de seleção da amostra.



Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Como abordado de forma sucinta no capítulo de justificativas, os critérios de seleção da amostra dentro da frota da empresa devem ser selecionados de forma cuidadosa e precisa para que exista uma base sólida para o desenvolvimento do projeto, levando em conta fatores como localidade, lote, implemento e custos. Com base nesses fatores foram selecionados cinco critérios para a amostra, sendo eles:

- I. **Localidade:** Todos os veículos estão distribuídos entre as unidades nas cidades de Juatuba, Pará de Minas e Contagem (filial de Nova Contagem), todas na mesma região do estado de Minas Gerais, com relevo e clima muito

semelhantes entre si, fazendo com que não ocorram diferenças consideráveis nos fatores ambientais;

- II. **Lote:** Todos os veículos são do mesmo modelo VM 270 Light Mixer e foram adquiridos no mesmo período;
- III. **Implementos:** Todos os veículos são implementados com betoneiras Liebherr de modelo idêntico e todos possuem o “quarto-eixo” (eixo central para aumentar a capacidade de carga) de fábrica, aumentando a confiabilidade e tendo as orientações de manutenção específicas. Na maioria dos casos esse eixo é adaptado;
- IV. **Fabricação:** O veículo foi desenvolvido pela Volvo em parceria com a empresa de equipamentos Liebherr, sendo um diferencial desse modelo a especificação do mesmo para o ramo do concreto;
- V. **Custos:** Esse é um equipamento de altíssimo custo de aquisição e manutenção, tornando um ótimo foco para a proposta de manutenção preventiva;

Seguindo precisamente os critérios citados é possível criar um grupo de controle com características bem definidas, gerando precisão em todos os métodos a serem aplicados no projeto. A figura 4 mostra um dos caminhões dessa amostra:

Figura 4 - Veículo RME7F02, da filial de Nova Contagem, que faz parte do grupo de amostra para a proposta do plano de manutenção preventiva.



Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Segundo Barroso (2019), a seleção da amostra a ser analisada é de grande importância, permitindo a utilização dos dados que são necessários, permitindo a busca mais focada nas questões propostas pelo estudo.

De acordo com Campos *et al.* (2004), a análise dos dados a respeito de um evento ou maquinário específico, sendo estes dados obtidos de exemplos reais na indústria são essenciais nas determinações de possíveis falhas no sistema implementado de manutenção na empresa a ser estudada, as quais podem gerar acidentes.

2.2 Parâmetros de manutenção

Segundo Marques *et al.* (2017), é imprescindível a aplicação de métodos qualitativos no sentido de observar os fenômenos de manutenção e a relação entre eles, permitindo uma análise que reflita as necessidades do método aplicado, desta maneira evidenciando deficiências no processo e permitindo a solução destes.

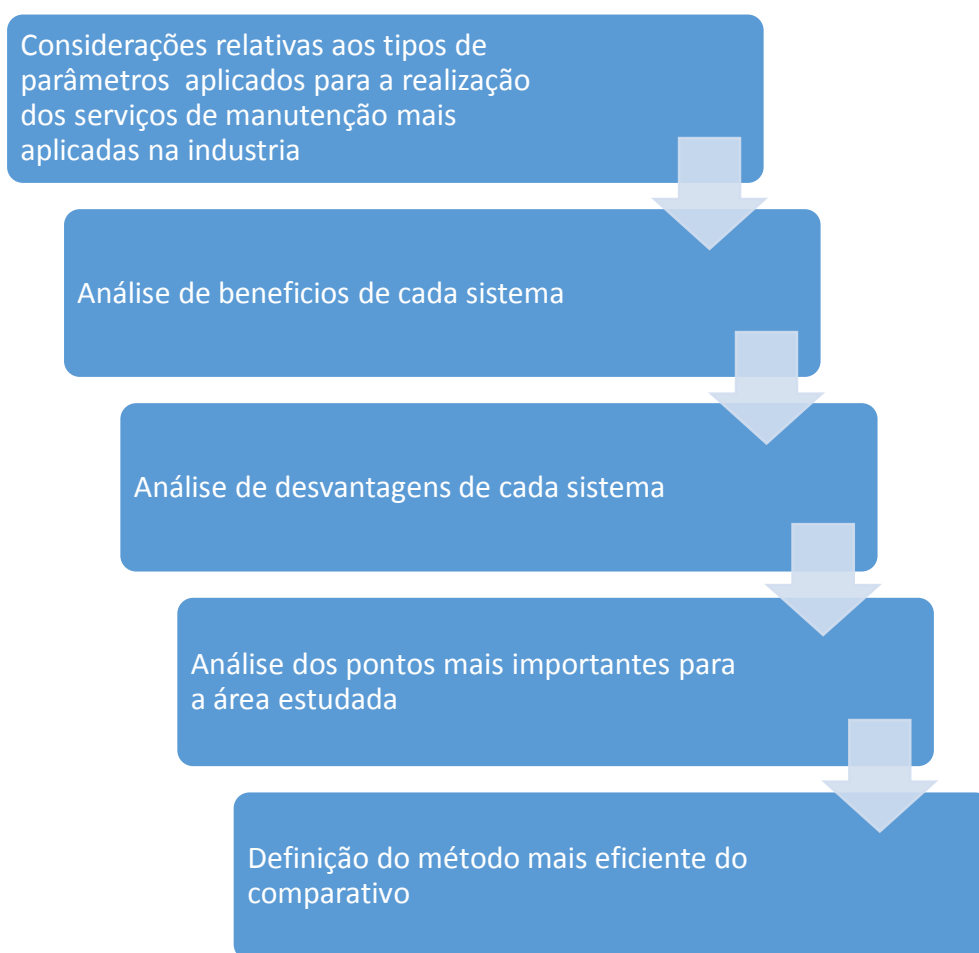
De acordo com o estudo de Aris (2006), é de extrema importância a determinação de parâmetros como:

- Desenvolvimento de um programa de manutenção preventiva: Agendamento de serviços regulares destinada a prevenção de falhas em sistemas e componentes;
- Elaboração de modos econômicos de operação: Permite a obtenção de confiabilidade;
- Estimativas precisas de custos de manutenção: Se baseia na obtenção da identificação de reparos e ações de manutenção necessárias;
- Histórico de dados: baseado no arquivamento de serviços de manutenção.

2.2.1 Critérios de Seleção dos Parâmetros de Manutenção

Conforme Teixeira (2003), posteriormente a coleta de dados os mesmos devem ser analisados e interpretados, sendo que a análise se apresenta em organizar e sumariar os dados permitindo a construção de soluções aos problemas propostos para investigação, a interpretação se baseia na procura de um sentido por meio de um olhar mais amplo para as respostas, sendo este sujeito aos conhecimentos prévios do investigador. A figura 5 mostra um fluxograma sobre a seleção dos parâmetros de manutenção.

Figura 5 - Fluxograma sobre os parâmetros de manutenção.



Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Para a determinação dos itens mencionados no diagrama acima são apresentados as considerações e para cada tipo de sistemática de parâmetros são apresentadas suas vantagens e desvantagens.

A manutenção de veículos para serviços, geralmente, é dividida em dois parâmetros possíveis, horas trabalhadas e quilometragem rodada, sendo o setor de manutenção da empresa responsável por selecionar o parâmetro que melhor se encaixa para uma manutenção eficiente do veículo, tendo em conta fatores como o tipo dos serviços executados pelo mesmo, custo de manutenção e periodicidade em que ocorrem determinadas problemas ou falhas.

A manutenção feita por quilometragem percorrida pelo veículo tem como base o desgaste do conjunto mecânico com o deslocamento do ativo, sendo definido pela montadora qual a quilometragem ideal até a manutenção e também os itens que devem ser verificados em cada quilometragem determinada. Normalmente esse método é utilizado em veículos de transporte rodoviário, seja ele de pessoas, ou quaisquer cargas, sendo com base no parâmetro mais comum.

A manutenção feita por horas trabalhadas é mais utilizada em equipamentos pesados onde o motor não funciona apenas para deslocamento, mas também para o funcionamento de determinado implemento ou equipamento, onde o conjunto mecânico se mantém em funcionamento mesmo com o veículo parado. O intervalo em horas onde deve ser realizada a manutenção também é definido pela montadora do veículo, indicando o que deve ser feito a cada determinado período.

Nos casos específicos de empresas onde ocorre bombeamento, carregamento e/ou transporte de fluidos existe uma terceira opção de parâmetro de manutenção. Essa seria a manutenção por m³ bombeado. Esse método funciona com base no volume bombeado pelo conjunto mecânico do veículo, que é ligado normalmente a bombas. Os parâmetros para a manutenção por m³ deve ser elaborada pela empresa ao relacionar o volume bombeado com as horas trabalhadas para chegar a um equilíbrio.

Especificamente em empresas concretadeiras o método de manutenção por m³ bombeado pode ser atrelado ao sistema financeiro de emissão de nota fiscal, onde o volume que consta na nota fiscal é atribuído ao caminhão betoneira que transporta e descarrega o concreto e também à bomba que vai bombear o concreto para a obra.

2.2.2 Seleção do Parâmetro de Manutenção

O tratamento de dados de acordo com Vergara (1997), é a parte do método de investigação que se destina a explicar a maneira de lidar com os dados a coletar, sendo especificado o motivo da aplicação de determinado método.

O parâmetro de manutenção escolhido para a elaboração do plano de preventiva foi o de manutenção por horas trabalhadas. A tabela 2 mostra algumas das vantagens e desvantagens de cada parâmetro.

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens dos parâmetros de manutenção.

PARÂMETRO	VANTAGEM	DESVANTAGEM
km	Fácil monitoramento; Precisão de medidas;	Considera apenas uso rodoviário;
m ³	Possibilidade de acompanhamento por software;	Imprecisão de medidas; Não considera uso rodoviário; Depende da coerência das notas fiscais;
h	Monitoramento através do GPS; Precisão de medidas;	Depende do funcionamento do GPS ou do monitoramento pelo operador;

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

A quilometragem rodada não é interessante para o objetivo do trabalho, já que o conjunto mecânico dos veículos funcionam mesmo que estejam parados, pois a betoneira é dependente do funcionamento do motor, logo o desgaste seria alto demais para a programação da revisão por quilometragem deslocada.

A revisão por m³ também não é interessante para o objetivo do trabalho, já que esse método não considera o deslocamento rodoviário dos veículos, sendo que os caminhões betoneira se deslocam grandes distâncias. É importante frisar que as usinas de concreto cobram pelo chamado metro cúbico faltante, sendo no caso da Concrelagos 5 m³, ou seja, a quantidade mínima de concreto vendida na nota fiscal é 5 m³, mesmo que o caminhão saia com uma quantidade menor que essa, assim a revisão por m³ costuma ser imprecisa, pois a quantidade bombeada na nota fiscal é maior que a quantidade real, se tornando uma despesa financeira desnecessária com uma revisão antes da hora.

A revisão por horas trabalhadas é a mais indicada, pois esta é contada em todo o momento que o motor estiver ligado, englobando o período de deslocamento rodoviário e o período de bombeamento de concreto. Além disso, a própria montadora fornece os itens que devem ser trocados ou averiguados no período determinado, disponíveis no Anexo A, sendo mais seguro e melhor financeiramente seguir esse método.

2.3 Proposta do plano de manutenção preventiva

De acordo com Sanches (2008), o conceito de projeto ou plano de manutenção é definido como um conjunto de ações e posturas a serem implementadas em uma ou mais etapas no processo produtivo de uma empresa, a quais fornecem subsídios e diretrizes para o plano de manutenção.

A proposta de projeto deve seguir os objetivos de eficiência na realização da manutenção da frota aliada com o baixo custo de implantação do método. Para isso, a maneira mais eficiente de implantar esse plano é através do Software Excel. A proposta é montar uma planilha que compile as orientações fornecidas pela montadora dos veículos para os determinados intervalos de horas trabalhadas de todos os itens do veículo, informações disponíveis no anexo A, e gere uma Ordem de Serviço com todas as informações necessárias para a revisão correta do veículo.

Para isso ser possível, são cadastrados na planilha as placas e chassis dos veículos nesse plano de revisão e a mesma deve ser alimentada com as horas trabalhadas através dos horímetros digitais dos veículos. Essa alimentação pode ser realizada de duas maneiras, sendo a primeira e mais simples a alimentação manual através da usina e a segunda forma sendo integrada com os horímetros disponíveis no site do GPS dos veículos, fornecidos pela empresa VDO, onde os horímetros são atualizados em tempo real de funcionamento do veículo.

Nesse método seria necessário criar uma planilha online, com o auxílio do Google Planilhas onde o operador da usina deve alimentar na placa determinada as horas atuais do caminhão todos os dias no início do expediente, já que não existe horário fixo para o final do mesmo. Assim, quando o veículo se aproximar do tempo de revisão, o horímetro seria informado na primeira planilha em sua determinada

placa para gerar a Ordem de Serviço com as determinadas tarefas a serem executadas pelos mecânicos, seguindo de forma fiel as orientações da montadora.

A segunda forma, e mais interessante seria o monitoramento dos parâmetros do caminhão através do acompanhamento dos horímetros e parâmetros dos veículos através da plataforma da VDO, sendo necessário um responsável por tal tarefa, mas aumentando a eficiência do acompanhamento das horas, reduzindo o erro humano, já que é necessário apenas um responsável, e também possibilitando o acompanhamento de parâmetros como consumo de combustível, velocidade do veículo, velocidade média das viagens, quilometragem rodada e volume de concreto bombeado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A planilha confeccionada, inicialmente apresenta a página de ordem de serviço (OS), onde deve ser inserido o horímetro atual do caminhão e a hora correspondente a revisão a ser realizada, sempre com valores múltiplos de 500, o numeral correspondente a ordem de serviço, a filial na qual o serviço de manutenção é executado e a placa do veículo, desta maneira permitindo o arquivamento das ordens de serviço (OS) de maneira organizada.

Nessa OS existe um campo específico para um resumo dos serviços realizados pelo profissional responsável pela manutenção, onde, em poucas palavras, deve ser relatado de forma sucinta as principais atividades realizadas tendo foco nas relacionadas a troca mediante a avaliação do profissional responsável pela manutenção, desta maneira permitindo um acompanhamento da manutenção específica onde tal troca tornou-se necessária. Logo abaixo existe o campo destinado a descrição de pendências, onde devem ser inseridas as observações de problemas específicos, desde relacionados a itens não programados para a determinada revisão que precisaram ser trocados em decorrência de imprevistos, como acidentes ocorridos durante a execução da entrega do concreto, durante o serviço de manutenção preventiva ou problemas técnicos apresentados, a problemas menores como falta de higienização correta do veículo e estado dos pneus. A figura 6 apresenta a primeira página citada.

Na segunda aba da planilha são listadas todas as atividades de manutenção preventiva com uma divisão baseada em intervalo de horas entre uma mesma ação de manutenção, região do caminhão onde a atividade é realizada e a descrição da atividade, de maneira a permitir uma consulta simplificada a listagem de todas as atividades de manutenção preventivas dos caminhões.

Além dos itens mencionados anteriormente apresenta-se para cada atividade um espaço onde é realizada a marcação com um “X” na hora inserida na primeira página da OS, sendo que as células em branco sinalizam que a atividade não é necessária para a hora correspondente e as células em azul sinalizam que a atividade é realizada para a hora inserida, sendo esta marcação uma ferramenta que permite a preparação do estoque com relação as peças necessárias para manutenções próximas permitindo um planejamento do estoque. A figura 7 mostra a segunda aba da planilha.

Figura 7 - Trecho da segunda aba da planilha.

	Componente	Atividade	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000
Atividade a cada 500 horas	Motor	Verificar tubulações pós filtro de ar até a entrada do turbocompressor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verificação de vazamentos e folgas no turbocompressor + Troca mediante avaliação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Freio	Troca o filtro secador de ar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atividade a cada 2000 horas		Verificar contaminação da tubulação do compressor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Motor	Verificar presença de óleo/água no orifício dreno da bomba d'água + Troca da bomba mediante	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verificar os sensores e controler do motor através do Tech tool	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Teste de funcionamento da borboleta do freio motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sistema pós tratamento SCR	Verificar os códigos de falhas do sistema SCR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Verificar os códigos de falhas do sistema de embreagem	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Embreagem	Verificar o desgaste do disco de embreagem + Calibragem da caixa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Caixa F1103	Verificar os códigos de falhas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Troca do filtro de óleo da direção	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Direção	Verificar a folga dos rolamentos de roda	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Atividade a cada 3000 horas	Cabine	Verificar o funcionamento do taccapalo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Motor	Teste de vazamento do intercooler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Ao se preencher o campo “REVISÃO DE (horas)” em valores múltiplos de 500 as páginas referentes a listagem de tarefas a serem realizadas no processo de manutenção preventiva são automaticamente inseridas.

Figura 8 - Segunda página da ordem de serviço gerada pela planilha.

OS XXXX	FILIAL	PLACA
ETAPA	DESCRIÇÃO	
1 ()	-	
2 ()	-	
3 ()	-	
4 ()	-	
5 ()	-	
6 ()	-	
7 ()	-	
8 ()	-	
9 ()	-	
10 ()	-	
11 ()	-	
12 ()	-	
13 ()	-	
14 ()	-	
15 ()	-	
16 ()	-	
17 ()	-	
18 ()	-	
19 ()	-	
20 ()	-	
21 ()	-	
22 ()	-	
23 ()	-	
24 ()	-	
25 ()	-	
26 ()	-	
27 ()	-	
28 ()	-	
29 ()	-	
30 ()	-	
31 ()	-	
32 ()	-	
33 ()	-	
34 ()	-	
35 ()	-	
36 ()	-	
37 ()	-	
38 ()	-	

EXECUTANTE:

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

No sistema de manutenção por m³ bombeado ou transportado, no caso específico de caminhões betoneira que trabalham em grandes centros, a manutenção

é programada a cada 850 m³. A figura 9 mostra a programação de um dos caminhões da amostra selecionada no software SIGMA.

Figura 9 - Programação do caminhão RME7F03 da filial de Nova Contagem.

Máquina
RME7F03
Tag
Equipamento
Família
CAM
AREA_CODIG
CAMINHÕES
MANUT
MANUTENÇÃO GERAL
Equipe
Funcionário

☐ Ciclos ☐ Afeta Produção

Preventiva
PREV-32
CB E BB METROPOLITANA

Etapas

Preventiva	Índice	Ordem	Descrição
PREV-32		01	TROCAR ÓLEO E FILTRO
PREV-32		02	TROCAR FILTRO DE COMBUSTIVEL
PREV-32		03	TROCAR FILTRO DE AR

Anexo
Imagem Nenhuma imagem selecionada

☐ Campo Obrigatório Ctrl + S - Salvar Esc - Cancela [ALTERAÇÃO]

Periodicidade Informações Imagem

Tipo
Disparos

Disparos
Disparo
M³

Máximo
850

Tolerância
500

Programação
1172

Excluir

Imagem

Visualizar

Programação

Salvar

Cancelar

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

A manutenção nesse sistema é realizada de acordo com a porcentagem bombeada ou carregada em relação aos 850 m³ programados, sendo esse valor equivalente a 100%, o momento exato onde é necessária a intervenção para manutenção. A figura 10 mostra a consulta da porcentagem de um dos caminhões da amostra selecionada.

Figura 10 - Consulta de porcentagem de metragem cúbica carregada pelo caminhão RME7F03 da filial de Nova Contagem na data de 16/09/2021.

SIGMA - Preventiva - Projeção de Preventiva (projpreventiva) - Reg. INPI: RS 10297-6

Máquina Inicial RME7F03	BT - VM 270 LIGHT MIX - 2020 - 93KKOR1G9N	Máquina Final RME7F03	BT - VM 270 LIGHT MIX - 2020 - 93KKOR1G9
Tag Inicial		Tag Final	
Equipamento Inicial		Equipamento Final	
Setor Inicial		Setor Final	
Programação Inicial		Programação Final	

Programações com o percentual de antecedência atingido.

Programação	Preventiva	Máquina	Tag	Equipamento	Data de Ex...	Disparo	Disparo	Tolerância	Acumulado	PERCENT_...	SERVIC...	Fim do Disparo	Porcen...
☐ 1172	PREV-32	RME7F03				M³	850	500	559	62,941176...	N	16/09/2021	65,76%

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Na figura é possível observar o número da programação a esquerda, qual a preventiva utilizada ao lado, a metragem cúbica de referência para a manutenção, nesse caso de 850 m³ como citado anteriormente, a metragem cúbica atual, no caso desse caminhão e nessa data é igual a 559 m³, e a direita a porcentagem atual da metragem cúbica atual em relação a metragem cúbica de manutenção. Nesse caso o caminhão atingiu 65,76% da metragem cúbica de parâmetro para a revisão.

Para demonstrar a maior eficiência do método baseado em horímetros em relação ao sistema de manutenção com base nos m³ bombeados ou carregados é possível comparar o horímetro dos caminhões no momento em que a manutenção dos mesmos foi realizada pelo sistema de metragem cúbica. As figuras 11 e 12 mostram um dos exemplos dessa situação citada, do caminhão RME7E84 de Pará de Minas.

Figura 11 - Porcentagem do veículo RME7E84 no momento da revisão.

SIGMA - Preventiva - Projeção de Preventiva (projpreventiva) - Reg. INPI: RS 10297-6

Máquina Inicial RME7E84	BT - VM 270 LIGHT MIX - 2020 - 93KKOR1G4	Máquina Final RME7E84	BT - VM 270 LIGHT MIX - 2020 - 93KKOR1G4
Tag Inicial		Tag Final	
Equipamento Inicial		Equipamento Final	
Setor Inicial		Setor Final	
Programação Inicial		Programação Final	

Programações com o percentual de antecedência atingido.

Programação	Preventiva	Máquina	Tag	Equipamento	Data de Ex...	Disparo	Disparo	Tolerância	Acumulado	PERCENT_...	SERVIC...	Fim do Disparo	Porcen...
☐ 1174	PREV-32	RME7E84				M³	850	500	826	96.352941...	N	16/09/2021	97,18%

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Figura 12 - Horímetro do caminhão RME7E84 no momento da revisão.



Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Com base nas figuras acima é possível observar que pelo método de m³ carregado a revisão é feita de forma adiantada, visto que de acordo com as orientações da montadora a revisão deve ser feita de 500h em 500h, ou seja, nesse caso atual deveria ter sido feita com 1000h.

Como não há exatidão na relação entre horímetro e porcentagem de metragem cúbica devido a variação de distância percorrida, tempo de deslocamento, tempo de descarregamento, entre outros fatores, o mais indicado foi calcular uma média dos momentos das revisões de todos os veículos das amostras.

Para calcular a média, foi realizado um estudo com base em uma integração dos sistemas de rastreamento dos veículos para acompanhamento dos horímetros e o sistema comercial da empresa para consultar os volumes carregados pelos veículos com o auxílio do software Excel. O monitoramento foi realizado sobre um período de três meses, sendo maio, junho e julho do ano de 2021, pois este é um período suficiente para que seja executada uma revisão. Através dessa integração foi gerada a tabela 3 onde é possível observar o volume bombeado por cada caminhão, bem como a quantidade de horas de funcionamento do mesmo, e também as médias de cada uma dessas variáveis.

Tabela 3 - Informações de horas trabalhadas e volume carregado nos meses de maio, junho e julho.

MAIO				
PLACA	HORÍMETRO INICIAL (h)	HORÍMETRO FINAL (h)	INTERVALO TOTAL	VOLUME CARREGADO (m³)
RME-7E90	79	264	185	541,5
RME-7E94	84	259	175	568
RME-7F04	50	150	100	644,5
RME-7D75	50	254	204	412,5
RME-7F03	4	179	175	554,5
RME-7F06	17	170	153	480
RME-7E84	26	150	124	574
RME-7E99	38	150	112	339
RME-7F02	31	170	139	306,5
RME-7E96	69	244	175	574,5
			MÉDIA DE HORAS TRABALHADAS	MÉDIA DE VOLUME CARREGADO
			154,2	499,5
JUNHO				
PLACA	HORÍMETRO INICIAL (h)	HORÍMETRO FINAL (h)	INTERVALO TOTAL	VOLUME CARREGADO (m³)
RME-7E90	264	434	170	540,5
RME-7E94	259	410	151	546,5
RME-7F04	150	301	151	554,5
RME-7D75	254	461	207	413
RME-7F03	179	326	147	529,5
RME-7F06	170	332	162	475
RME-7E84	221	384	163	510
RME-7E99	170	331	161	414
RME-7F02	170	281	111	254
RME-7E96	244	397	153	588
			MÉDIA DE HORAS TRABALHADAS	MÉDIA DE VOLUME CARREGADO
			157,6	482,5
JULHO				
PLACA	HORÍMETRO INICIAL (h)	HORÍMETRO FINAL (h)	INTERVALO TOTAL	VOLUME CARREGADO (m³)
RME-7E90	434	613	179	457,5
RME-7E94	410	566	156	488,5
RME-7F04	301	467	166	514,5
RME-7D75	461	664	203	400
RME-7F03	326	487	161	511
RME-7F06	332	520	188	441,5
RME-7E84	384	554	170	519
RME-7E99	331	482	151	375
RME-7F02	281	405	124	290
RME-7E96	397	552	155	510
			MÉDIA DE HORAS TRABALHADAS	MÉDIA DE VOLUME CARREGADO
			165,3	450,7

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Com base nas informações, como dito anteriormente no capítulo, foi calculada a média total dos três meses citados de horas trabalhadas e volume bombeado. Os resultados são mostrados na tabela 4.

Tabela 4 - Média total de horas trabalhadas e volume carregado nos meses de maio, junho e julho.

MÉDIA TOTAL (h/mês)	MÉDIA TOTAL (m³/mês)
159,03	477,6

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Para que esses resultados fossem traduzidos em números claros na questão de manutenção foi necessário fazer as seguintes relações para obter o intervalo médio real entre as manutenções:

I. Horas trabalhadas

Sabendo que a manutenção preventiva deve ser realizada a cada 500h segundo o fabricante e que a média mensal de horas trabalhadas é de 159,03h, foi utilizada a seguinte relação para descobrir o intervalo médio real em meses de realização dessas manutenções:

$$I_{MR} = \frac{H_F}{M_T}$$

Onde:

- I_{MR} = Intervalo médio real das manutenções;
- H_F = Intervalo ideal de horas entre as preventivas segundo o fabricante.
- M_T = Média total de horas trabalhadas por mês;

Substituindo:

$$I_{MR} = \frac{500 \text{ h}}{159,03 \text{ h/mês}}$$

$$I_{MR} = 3,14 \text{ meses}$$

$$I_{MR} \cong 3 \text{ meses}$$

II. Volume carregado

Sabendo que a manutenção preventiva deve ser realizada a cada 850 m³ segundo plano de manutenção da empresa e que a média mensal de volume carregado é de 477,6 m³ foi utilizada a seguinte relação para descobrir o intervalo médio real em meses de realização dessas manutenções:

$$I_{MR} = \frac{H_F}{M_V}$$

Onde:

- H_F = Carregamento máximo de volume para manutenção segundo o plano da empresa Concrelagos.
- M_V = Média total de volume carregado por mês.

Substituindo:

$$I_{MR} = \frac{850 \text{ m}^3}{477,6 \text{ m}^3/\text{mês}}$$

$$I_{MR} = 1,78 \text{ meses}$$

$$I_{MR} \cong 2 \text{ meses}$$

Com base nesses cálculos fica claro que existe uma diferença significativa entre os intervalos, fato que impacta diretamente nos custos de manutenção preventiva da amostra. Para melhor visualização desse resultado foi gerada a tabela 5, analisando a diferença na quantidade de preventivas para todos os veículos da amostra em um período de 1 ano e também em um período de 5 anos. A seleção do

período de 5 anos para a análise se deve à política interna da empresa de renovação total da frota a cada quinquênio.

Tabela 5 - Comparação entre a quantidade de preventivas por horímetro e volume.

Período	Quantidade de preventivas por horas trabalhadas	Quantidade de preventivas por volume carregado
1 ano	40	60
5 anos	200	300

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Para chegar a um resultado financeiro resultante dessa diferença na quantidade de preventivas foi realizada uma cotação com o fornecedor de materiais para revisão para cada uma das revisões, com base na planilha confeccionada neste trabalho, e da mão de obra dos mecânicos para a realização dos serviços. Com os valores de cada revisão em mãos, foram calculadas as despesas de manutenção da amostra durante todo o período de 5 anos, e foi gerada a tabela 6.

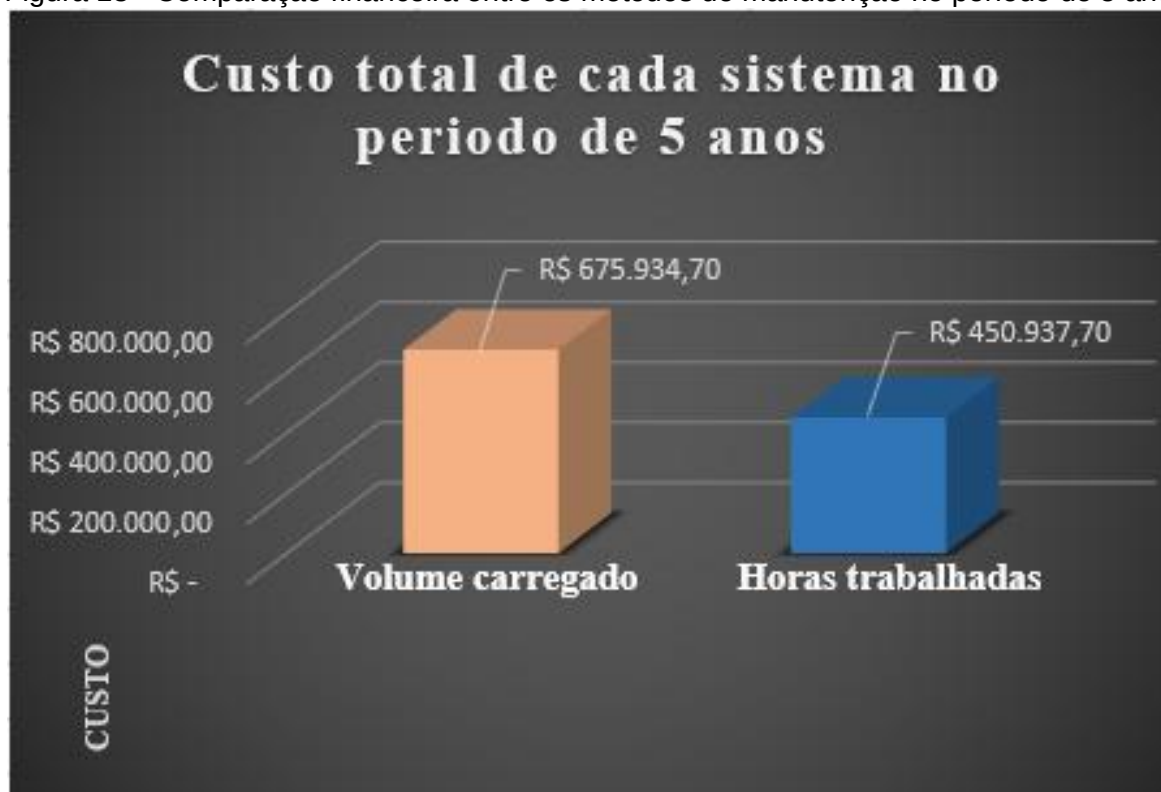
Tabela 6 - Comparação de despesas de manutenção entre os métodos de preventiva por volume bombeado e horas trabalhadas.

VOLUME BOMBEADO			HORAS TRABALHADAS		
Data aproximada	Revisão (m³)	Despesas	Data aproximada	Revisão (h)	Despesas
01/06/2021	850	R\$ 11.911,20	01/07/2021	500	R\$ 11.911,20
01/08/2021	1700	R\$ 32.680,90	01/10/2021	1000	R\$ 32.680,90
01/10/2021	2550	R\$ 12.592,50	01/01/2022	1500	R\$ 12.592,50
01/12/2021	3400	R\$ 32.808,40	01/04/2022	2000	R\$ 32.808,40
01/02/2022	4250	R\$ 11.911,20	01/07/2022	2500	R\$ 11.911,20
01/04/2022	5100	R\$ 33.362,20	01/10/2022	3000	R\$ 33.362,20
01/06/2022	5950	R\$ 11.911,20	01/01/2023	3500	R\$ 11.911,20
01/08/2022	6800	R\$ 32.954,10	01/04/2023	4000	R\$ 32.954,10
01/10/2022	7650	R\$ 12.592,50	01/07/2023	4500	R\$ 12.592,50
01/12/2022	8500	R\$ 32.680,90	01/10/2023	5000	R\$ 32.680,90
01/02/2023	9350	R\$ 11.911,20	01/01/2024	5500	R\$ 11.911,20
01/04/2023	10200	R\$ 33.489,70	01/04/2024	6000	R\$ 33.489,70
01/06/2023	11050	R\$ 11.911,20	01/07/2024	6500	R\$ 11.911,20
01/08/2023	11900	R\$ 32.680,90	01/10/2024	7000	R\$ 32.680,90
01/10/2023	12750	R\$ 12.592,50	01/01/2025	7500	R\$ 12.592,50
01/12/2023	13600	R\$ 32.954,10	01/04/2025	8000	R\$ 32.954,10
01/02/2024	14450	R\$ 11.911,20	01/07/2025	8500	R\$ 11.911,20
01/04/2024	15300	R\$ 33.362,20	01/10/2025	9000	R\$ 33.362,20
01/06/2024	16150	R\$ 11.911,20	01/01/2026	9500	R\$ 11.911,20
01/08/2024	17000	R\$ 32.808,40	01/04/2026	10000	R\$ 32.808,40
01/10/2024	17850	R\$ 11.911,20	-	10500	-
01/12/2024	18700	R\$ 32.680,90	-	11000	-
01/02/2025	19550	R\$ 11.911,20	-	11500	-
01/04/2025	20400	R\$ 33.635,40	-	12000	-
01/06/2025	21250	R\$ 11.911,20	-	12500	-
01/08/2025	22100	R\$ 32.680,90	-	13000	-
01/10/2025	22950	R\$ 12.592,50	-	13500	-
01/12/2025	23800	R\$ 32.808,40	-	14000	-
01/02/2026	24650	R\$ 11.911,20	-	14500	-
01/04/2026	25500	R\$ 32.954,10	-	15000	-
TOTAL (m³)		R\$ 675.934,70	TOTAL (h)		R\$ 450.937,70

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Com base dos dados expostos foi gerado o gráfico mostrado na figura 13 para ilustrar a economia gerada pelo método de manutenção por horas trabalhadas.

Figura 13 - Comparação financeira entre os métodos de manutenção no período de 5 anos.



Fonte: Acervo pessoal, 2021.

A tabela 7 mostra a diferença de despesas anual entre os dois métodos durante o período de 5 anos.

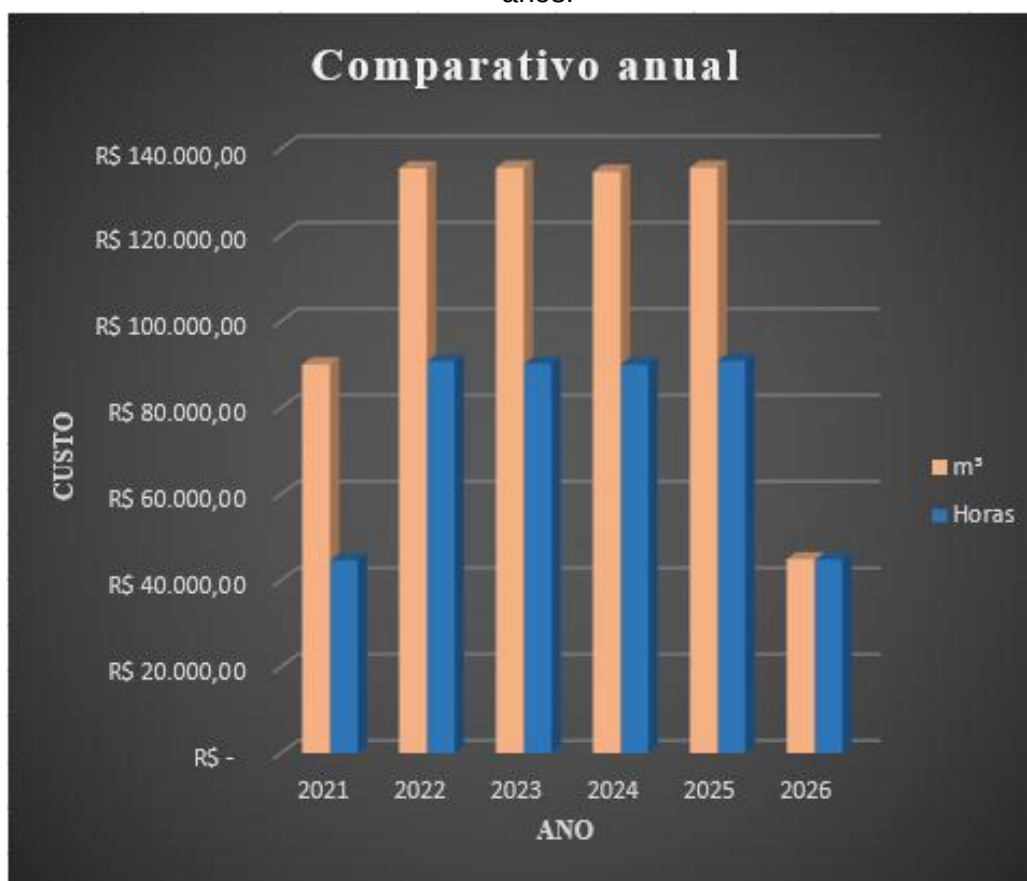
Tabela 7 - Comparativo anual de despesas dos parâmetros de manutenção.

ANO	DESPESAS VOLUME BOMBEADO	DESPESAS HORAS TRABALHADAS
2021	R\$ 89.993,00	R\$ 44.592,10
2022	R\$ 135.412,10	R\$ 90.674,30
2023	R\$ 135.539,60	R\$ 90.138,70
2024	R\$ 134.585,10	R\$ 89.993,00
2025	R\$ 135.539,60	R\$ 90.820,00
2026	R\$ 44.865,30	R\$ 44.719,60

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

Com base na tabela 7 foi gerado um novo gráfico para ilustrar a economia gerada pelo sistema de manutenção por horímetro, comparando as despesas de forma anual, exposto na figura 14.

Figura 14 - Comparação financeira anual entre os métodos de manutenção no período de 5 anos.



Fonte: Acervo pessoal, 2021.

A partir dos gráficos apresentados anteriormente, observa-se que o sistema de acompanhamento a partir do parâmetro de volume apesar de ser muito eficiente se comparado com a quilometragem, apresenta falhas, e estas falhas permitem que o sistema de acompanhamento por horímetro se torne um sistema ideal.

Os valores economizados por ano de uso do sistema com a utilização das horas trabalhadas como parâmetro de manutenção são mostrados na tabela 8, evidenciando a eficiência do sistema.

Tabela 8 - Economia gerada pela adoção do sistema de manutenção por horas trabalhadas.

ANO	ECONOMIA
2021	R\$ 45.400,90
2022	R\$ 44.737,80
2023	R\$ 45.400,90
2024	R\$ 44.592,10
2025	R\$ 44.719,60
2026	R\$ 145,70
TOTAL	R\$ 224.997,00

Fonte: Acervo pessoal, 2021.

O uso deste sistema é aprimorado a partir do uso de uma planilha, pois propicia um acompanhamento dos serviços de manutenção atuais por meio da própria ordem de serviço OS gerada pela planilha, na qual, todas as atividades são listadas de forma a respeitar o plano proposto pelo fabricante apresentado no anexo A, além de permitir anotações possibilitando um controle de quais peças foram trocadas devido a ocorrência de trocas de acordo com a avaliação do responsável pela execução da manutenção.

A planilha além de ser um meio pelo qual se gera uma ordem de serviço de forma rápida e barata a própria OS deve permitir que o responsável pela manutenção a compreenda de forma clara de maneira a se tornar uma ferramenta de auxílio ao processo.

4 CONCLUSÕES

Ao longo do trabalho foi possível selecionar de forma estratégica para uma análise mais precisa a amostra da frota a ser estudada. Levando em conta os critérios de localidade, implementação, fabricação, lote e custos. Com base nesses critérios o grupo de controle foi definido nos dez volvos VM 270 Light Mixer, por estarem próximos geograficamente, em clima e relevo parecidos, todos implementados pelos mesmos equipamentos da empresa Liebherr, todos são caminhões específicos para o uso no ramo de concreto, sendo caminhões do mesmo lote e possuindo altos custos de manutenção, fazendo com que seja interessante para qualquer empresa uma melhoria na gestão de manutenção.

Com base no grupo de controle selecionado foi elaborado um plano de manutenção utilizando o parâmetro de horas trabalhadas, que se mostrou o mais eficiente financeiramente e auxiliando na produtividade ao parar o caminhão um menor número de vezes, como referência e utilizando as informações fornecidas pela montadora para manter uma correta manutenção dos veículos. Para evitar erros e facilitar o acompanhamento desse plano proposto foi elaborada uma planilha no software Excel que gera uma ordem de serviço específica para cada revisão com todas as informações necessárias para uma correta execução.

O custo de implementação do plano proposto foi inexistente, pois as ferramentas necessárias para colocá-lo em prática já estão disponíveis na empresa. Essas ferramentas são o rastreador dos caminhões pela empresa Continental para o acompanhamento em tempo real dos horímetros e o Software Excel.

Com a implementação do método e das ferramentas propostas foi possível economizar um total de R\$ 224.997,00 durante 5 anos, que é o período total que os caminhões irão permanecer na frota, mostrando a eficiência do plano de manutenção proposto. Assim é nítida a eficiência de um bom planejamento de manutenção bem fundamentada, melhorando a saúde financeira da organização.

Com base em todos os dados expostos no corpo do trabalho é correto concluir que a proposta do plano de manutenção é extremamente viável pela facilidade de implementação e pela inexistência de custos para isso. Além dessa boa viabilidade a eficiência foi comprovada por números, aumentando com segurança o intervalo entre as manutenções e consequentemente reduzindo os custos, chegando a uma economia de 33,29%. Assim é correto afirmar que a implementação do plano de

manutenção proposto no corpo deste trabalho é extremamente vantajosa para a organização.

REFERÊNCIAS

- ARIS, Rozita Binti. **Maintenance factors in building design**. 2006. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universiti Teknologi Malaysia, Johor, 2006. Disponível em: <http://eprints.utm.my/id/eprint/5385/1/RozitaArisMFKA2006.pdf>. Acesso em: 28 maio 2021.
- BARROSO, R. **Diminuição do tempo em manutenção preventiva em uma frota de caminhões de uma mineradora de grande porte: uma discussão baseada na manutenção produtiva total**. 2019. 74 f. Tese (Mestrado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-08032019-114508/pt-br.php>. Acesso em: 28 maio 2021.
- BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.
- CASTRO, L.A. **Estudo dos princípios da manutenção centrada na confiabilidade para a elaboração de plano de ação: o caso de uma frota de caminhões rodoviários de uma empresa de mineração**. 2020. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/2803>. Acesso em: 28 maio 2021.
- CAMPOS, José Roberto da Costa *et al.* Metodologia para a seleção otimizada de instrumentos de medição utilizados na gestão da manutenção: estudo de caso em organizações no recife. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE METROLOGIA, 4., 2004, Recife. **Anais [A METROLOGIA E A COMPETITIVIDADE NO MERCADO GLOBALIZADO]**. Foz do Iguaçu: Rede Paranaense de Metrologia e Ensaios, 2004. p. 1-6. Disponível em: <https://docplayer.com.br/5554265-Metodologia-para-a-selecao-otimizada-de-instrumentos-de-medicao-utilizados-na-gestao-da-manutencao-estudo-de-caso-em-organizacoes-no-recife.html>. Acesso em: 28 maio 2021.
- FERRÃO, Fábio Miguel Ribeiro. **Fiabilidade e manutenção em veículos de transporte público**. 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2009. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/6002/1/Ferr%c3%a3o_2009.pdf. Acesso em: 27 maio 2021.
- FILHO, G. B. **Dicionário de Termos de manutenção, confiabilidade e qualidade**. Edição Mercosul. Português/Espanhol. ABRAMAN. Editora: Ciência Moderna, 2004.
- GUERREIRO, Karen Menger da Silva. **Qualidade e Produtividade**. Curitiba: E-Tec Brasil, 2012.

GUERREIRO, Emanuel Mendes. **KPI para a manutenção de frota de veículos para transporte público rodoviário e a influência da diretiva 2014/47/UE na taxa de imobilização**. 2020. 116 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2020. Disponível em: https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/36248/1/Dissertacao_EmanuelGuerreiro_180266010.pdf. Acesso em: 27 maio 2021.

GUSTAFSON, Anna *et al.* TPM framework for underground mobile mining equipment: a case study. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MINE PLANNING AND EQUIPMENT SELECTION, 20., 2011, Almaty. **Proceedings [MINE PLANNING & EQUIPMENT SELECTION]**. Luleå: Springer, 2011. p. 865-880. Disponível em: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1010542/FULLTEXT01.pdf>. Acesso em: 28 maio 2021.

KARDEC, A.; NASEIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3 ed. Rio de Janeiro: Quality Mark, 2009.

KILLEEN, Patrick *et al.* IoT-based predictive maintenance for fleet management. **Procedia Computer Science**, Manchester, v. 151, p. 607-613, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050919306519>. Acesso em: 27 maio 2021.

MARQUES, A. *et al.* Gestão de manutenção de frota de veículos: uma proposta de otimização através de monitoramento individualizado e contínuo. 2017. 55 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão de Negócios, Fundação Dom Cabral, Curitiba, 2017. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/handle/123456789/27>. Acesso em: 28 maio 2021.

MARTIN, R., *et al.* **Open pit mine planning & design**. 3 ed. Leiden: CRC Press/Balkema, 2013.

MELO, Hugo da Costa. **Plano de manutenção preditiva para motores elétricos**: - definição e implementação numa indústria de pasta de papel. 2017. 98 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Eletrotécnica, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra, 2017. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/25461/1/Hugo-Costa-Melo.pdf>. Acesso em: 27 maio 2021.

MOUBRAY, John. **Reliability-centered Maintenance**. South Norwalk: Industrial Press Inc, 2001.

PASCHOAL, Débora Rodrigues de Souza *et al.* **Disponibilidade e confiabilidade**: aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade. Revista da Engenharia de Instalações no Mar da Fsma, Macaé, n. 3, p. 1-14, 2009. Disponível em: http://www.fsma.edu.br/EP/Artigos/REV_ENG_3_artigo_3.pdf. Acesso em: 28 maio 2021.

ROMEIRA, Bárbara Gomes Melo. **Planeamento da manutenção preditiva no contexto da indústria 4.0**. 2018. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2018. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/26049/1/Documento.pdf>. Acesso em: 27 maio 2021.

SANCHES, Iara Del'arco; FABRICIO, Márcio Minto. PROJETO PARA MANUTENÇÃO. In: WORKSHOP BRASILEIRO, 8., 2008, São Paulo. **Anais [Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios]**. São Paulo: Usp, 2008. p. 1-8. Disponível em: <https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/arquitec/lara/Workshop.pdf>. Acesso em: 28 maio 2021.

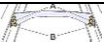
SILVA, Christian Luiz da. COMPETITIVIDADE: mais que um objetivo, uma necessidade. **Revista Fae Business**, Curitiba, n. 1, p. 1-3, 2001. Disponível em: <https://img.fae.edu/galeria/getImage/1/16581618661183246.pdf>. Acesso em: 28 maio 2021.

TEIXEIRA, Enise Barth. A Análise de Dados na Pesquisa Científica: importância e desafios em estudos organizacionais. **Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, v. 1, n. 2, p. 177-201, 2003. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/84>. Acesso em: 28 maio 2021.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1997.

ANEXO A: PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DO VOLVO VM 270 LIGHT MIXER FORNECIDO PELA FABRICANTE VOLVO

Manutenção preventiva para veículo vocacional- VMs														
	Nome da companhia:		VOLVO DO BRASIL VEÍCULOS LTDA											
	Nome do cliente:		CONCRELAGOS											
	Departamento:		PÓS VENDA E SUPORTE TÉCNICO											
	Data:		03/02/2021											
	Veículo:		VM270 8x4 – F1109 – RTS2140B											
Aplicação:		BETONEIRA												
		Cuidados necessários: Todos procedimentos descritos neste plano de manutenção deverão seguir as recomendações do manual do motorista e Impact, para evitar qualquer tipo de acidente.												
Legenda: X - Verificar / O - Troca / S - Lubrificar														
	Motor - hora		500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1- Troca de óleo e kit de filtros de óleo do motor + Diesel		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	2- Troca do Filtro de ar do motor + filtro primário			O		O		O		O		O		
	3- Troca dos filtros do tanque combustível			O		O		O		O		O		
	4- Verificar tubulações pós filtro de ar, até entrada do turbocompressor				X			X			X			
	5- Verificar o nível e concentração do fluido do radiador - Troca do fluido do radiador		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X
	6- Drenar os tanques de combustível			O		O		O		O		O		
	7- Verificar vamentos de gases e fluidos do motor		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	8- Teste de vazamento do Intercooler						X							
	9- Limpeza do radiador do veículo - parte externa			X		X		X		X		X		
	10- Remover o radiador e intercooler para limpeza								X					
	11- Verificar as correias do ventilador/alternador - Troca das correias do ventilador/alternador		X	X	X	X	X	X	X	O	X	X	X	X
	12- Verificar os esticadores das correias do ventilador/alternador - Troca dos esticadores das correias do ventilador/alternador		X	X	X	X	X	X	X	O	X	X	X	X
	13- Verificar presença de óleo/água no orifício dreno da bomba d'água - Troca da bomba d'água - mediante avaliação					X				X				O
	14- Regular as válvulas			X		X		X		X		X		
	15- Verificar os sensores e controles do motor através do Tech Tool					X				X				
	16- Teste de funcionamento da borboleta do freio motor					X				X				
	17- Verificar suporte do coxim do motor dianteiro/traseiro - Troca do suporte do coxim do motor - mediante avaliação		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X
	18- Verificar o turbocompressor - vazamento/folga - Troca do turbocompressor - mediante avaliação				X			X			X			O
	19- Troca de bronzinas do motor - mancais do virabrequim + bielas													O
	Sistema pós tratamento SCR - hora		500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1- Verificar a qualidade do Arla 32%		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2- Verificar estado e vedação da tampa do reservatório do Arla 32% + bico injetor + tubulações e cabos elétricos.			X		X		X		X		X		
	3- Verificar os códigos de falhas do sistema SCR					X				X				
	4- Troca do pré filtro e filtro da bomba do Arla 32%			O		O		O		O		O		
	5- Remoção e limpeza do reservatório do Arla 32%									X				
	6- Verificar o torque do suporte e contrapressão do catalisador - Troca do catalisador - mediante avaliação									X				O
	Embreagem - hora		500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1- Verificar os códigos de falhas do sistema de embreagem					X				X				

	3- Verificar folga do flange do eixo de saída da caixa								X				
	4- Verificar o torque das porcas de fixação da caixa								X				
	5- Verificar os códigos de falhas				X				X				
	Cardan - hora	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1- Verificar folga das cruzetas - Troca das cruzetas - mediante avaliação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
	2- Verificar folga dos rolamentos dos mancais	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3- Verificar o torque dos parafusos do cardan								X				
	4- Lubrificar as estrias da luva do cardan												S
	Eixo traseiro (Diferencial) - hora	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1- Troca de óleo do eixo traseiro + cubo redutor		O		O		O		O		O		
	2- Troca das arruelas de encontro dos semi-eixo + inversão das engrenagens planetárias								O				
	3- Verificar vazamentos na carcaça do diferencial + cubo redutor + limpeza do respiro do eixo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4- Verificar funcionamento dos bloqueio do eixo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Suspensão dianteira e traseira - hora	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1- Verificar vazamento e pressão dos amortecedores - Troca do amortecedor - mediante avaliação		X		X		X		X		X	O	
	2- Verificar o torque dos parafusos dos amortecedores		X		X		X		X		X		
	3- Verificar folga nos olhais das molas/Jumelos + torque dos parafusos		X		X		X		X		X		
	4- Verificar o estado e torque dos grampos U	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5- Verificar trincar e deformações das molas dianteira + traseira	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6- Verificar os batentes de borracha de final de curso das molas dianteira	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7- Verificar trincas na borracha dos suporte traseiros (Mola elástica) - Troca da mola elástica - mediante avaliação		X		X		X		X		X	O	
	8- Verificar as buchas da barra de reação - Troca das buchas da barra de reação - mediante avaliação		X		X		X		X		X	O	
	9- Verificação de folga das buchas da barra V - Troca da barra V/repairo - mediante avaliação		X		X		X		X		X		
	10- Verificar as buchas da barra estabilizadora dianteira/traseira - Troca das buchas da barra estabilizadora dianteira/traseira - mediante avaliação		X		X		X		X		X		
	11- Verificar folga do eixo tanden - Troca da bucha do eixo tanden - mediante avaliação								X				
	12- Verificar trinca das rodas e torque dos parafusos de roda	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	13- Verificar calibragem + desgaste dos pneus	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Direção - hora	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1- Troca do filtro de óleo				O				O				
	2- Verificar o nível de óleo e vazamento no sistema	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3- Verificar folga dos terminais de direção	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4- Verificar folga da manga de eixo - Troca do embuchamento da manga de eixo - mediante avaliação - Lubrificar a manga do eixo	S	X	S	X	S	X	S	X	S	X	X	O
	5- Verificar a folga dos rolamentos de roda				X				X				
	6- Verificar o torque do parafuso do eixo da coluna de direção (Caixa de direção)		X		X		X		X		X		
	Chassi - hora	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1- Verificar o torque dos parafusos do chassi								X				
	2- Verificar torque e o estado das travessas do chassi								X				
	3- Verificar a trava e pino de engate para carreta auxiliar + estado da borracha interna e externa + porca e coupilha ('trava')	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

	Freio - hora	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1-Trocar o filtro secador de ar			O			O			O			
	2-Verificar contaminação da tubulação do compressor			X			X			X			
	3-Verificar vazamento de água/óleo/ar do compressor - Troca do compressor - mediante avaliação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
	4-Drenar a água/óleo do tanque úmido - DRENAR DIARIAMENTE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5-Verificar estado dos flexíveis dos cilindros de freios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	6-Verificar o desgaste dos freios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7-Verificar curso das alavancas de freios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	8-Vericar vazamento de ar nos cilindros de freio entre camaras		X		X		X		X		X		
	9-Verificar o funcionamento do freio de estacionamento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Cabine - hora	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1-Troca do filtro de ar da cabine + limpeza do evaporador		O		O		O		O		O		
	2-Verificar funcionamento da trava do cinto de segurança	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3-Verificar funcionamento dos limpadores de para-brisa/palhetas + nível do reservatório de água do limpador de para-brisa - Troca das palhetas do limpador de para-brisa - mediante avaliação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4-Verificar o funcionamento do tacógrafo				X				X				
	5-Verificar torque dos parafusos do pistão de elevação								X				
	6-Verificar vazamentos de óleo hidráulico do sistema de elevação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7-Verificar funcionamento do ar condicionado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	8-Verificar estado do Isolador acustico - Troca do Isolador acustico - mediante avaliação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	X
	9-Verificar suspensão da cabine + trava da suspensão - Lubrificar a trava da suspensão da cabine	X	S/X	X	S/X	X	S/X	X	S/X	X	S/X	X	X
	10- Verificar fixação do extintor de incêndio + validade								X				
	Sistema elétrico - hora	500	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500...	...12.500
	1-Verificar o funcionamento das luzes em geral	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2-Verificar o nível de eletrolito da bateria + limpeza dos polos das baterias	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3-Verificar a caixa de baterias								X				
	4-Verificar funcionamento do alternador - Troca do alternador - mediante avaliação	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O
	5-Vericar o torque dos cabos e funcionamento do motor de partida - Troca do motor de partida - mediante avaliação								X				O
	6-Verificar funcionamento do alarme de ré	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7-Verificar o chicote elétrico externo do chassi - Reparo do chicote externo do chassi								X				