

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA MECÂNICA

ANDRESON OLIVEIRA DA CRUZ

MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE MÁQUINAS PESADAS DESTINADA A LOCAÇÃO: ESTUDO DE CASO

Manaus – AM
2022

ANDRESON OLIVEIRA DA CRUZ

MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE MÁQUINAS PESADAS DESTINADA A LOCAÇÃO: ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Escola Superior de Tecnologia – Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. João Evangelista Neto

Manaus – AM

2022

ANDRESON OLIVEIRA DA CRUZ

MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE MÁQUINAS PESADAS DESTINADA A LOCAÇÃO: ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Escola Superior de Tecnologia – EST/UEA, como requisito parcial para obtenção título de bacharel em Engenharia Mecânica.

Manaus, 28 de maio de 2022

Banca Examinadora:

Orientador Prof. Dr. João Evangelista Neto



Prof. Dr. Edry Antonio Garcia Cisneros



Prof. Dr. Daniel Guzmán del Río

Dedico este trabalho de curso aos meus pais pelo carinho e amor dedicado, pois a cada degrau por mim alcançado e em todas as minhas conquistas estiveram sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me feito chegar até aqui. Agradeço aos meus pais e irmãos que sempre acreditaram em mim, dando-me seu total apoio ao longo destes anos.

Meus agradecimentos também para meu Orientador, prof. Dr. João Evangelista, pela paciência e orientação. A toda a Comunidade Acadêmica, aos professores e amigos que fiz durante essa trajetória na faculdade, bem como à banca examinadora, meus sinceros agradecimentos.

Muito obrigado por fazerem parte da minha vida, pelos ensinamentos, apoio e incentivo que contribuíram para meu crescimento profissional.

RESUMO

A construção civil está presente no dia a dia com um crescimento gradativo. Novas construções aparecem com diversos objetivos, seja reforma de prédios, seja a construção de sistemas viários, moradias que se revertem em melhorias para a população, tais como: viadutos, barragens e construção de túneis. Para construção moderna é necessário a utilização de ferramentas com a finalidade de otimizar o processo construtivo, e principalmente em grandes construções, a utilização de *softwares*, equipamentos modernos, essas ferramentas potencializam a construção moderna. Nesse contexto, é imprescindível que equipes de manutenção estejam devidamente qualificadas para atender de forma eficaz as diversas ocorrências, a fim de manterem os ativos fixos, tornando-as operacionais, pois uma parada de uma máquina impacta no bom andamento da obra, o que pode influenciar nos prazos e lucros da empresa responsável. Para isso, é necessário um plano adequado de manutenção preventiva tanto quanto corretiva. Este trabalho acompanha uma dessas ocorrências com o objetivo de especificar as etapas de uma manutenção preventiva, incluindo os procedimentos de compras de peças, componentes e demais insumos, evidenciar os fatores que estão envolvidos no processo de manutenção.

Palavras-Chaves: Equipamento. Manutenção Preventiva. Efetividade.

ABSTRACT

Civil construction is present in everyday life with a gradual growth. New ones appear with different objectives, be it renovation of buildings, construction of roads, houses that are reverted in improvements for the population, or as: via systems, dams and tunnel construction. For modern construction it is necessary to use tools with purpose, and the constructive process optimized mainly in large constructions, the use of software, modern construction equipment, these tools enhance modern construction. In this context, it is necessary to maintain the appropriate maintenance teams, as there are several occurrences, in order to maintain the places of occurrence, which can be impacting operational machines in good progress. control in terms and profits of the responsible company. For this, an adequate plan of preventive as well as corrective maintenance is necessary. This work follows one of these occurrences with the objective of specifying the steps of a maintenance, including the procedures for purchasing parts, components and other inputs, highlighting the factors that involve no maintenance process.

Keywords: Equipment. Preventive maintenance. Effectiveness.

LISTA DE SIGLAS

CAD: Computer-Aided Design (Desenho Assistido por Computador).

SISLOC: Sistema de Locações.

OS: Ordem de Serviço.

OC: Ordem de Compra.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	8
1.2 HIPÓTESE	8
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	8
1.4 OBJETIVO	8
1.5 JUSTIFICATIVA	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO – FASES DA MANUTENÇÃO	9
2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO	9
2.3 SETOR DE COMPRAS	11
2.4 A MANUTENÇÃO NO BRASIL	12
2.5 SOBRE OS SISTEMAS DE LOCAÇÃO	13
3 METODOLOGIA	15
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	16
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DA PESQUISA	16
4.2 APRESENTAÇÃO DOS DADOS	17
REFERÊNCIAS	25
APÊNDICE	27

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Como a manutenção preventiva de forma sistematizada pode ser aplicada de modo mais eficaz como diferencia na indústria de construção civil?

1.2 HIPÓTESE

Através da implementação de *softwares* especializados é possível realizar um planejamento de manutenção mais eficiente.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Estudo de caso de manutenção preventiva em uma retroescavadeira com uso de um *software* especializado.

1.4 OBJETIVO

Estimar a probabilidade de falha em uma máquina pesada dado um intervalo de tempo.

Utilizar a distribuição de Weibull para estimar a probabilidade de falha em uma retroescavadeira JCB de modelo 3CX em um intervalo de 500 horas.

1.5 JUSTIFICATIVA

As máquinas pesadas são de grande necessidade para as obras de Engenharia Civil, na infraestrutura e terraplenagem. Assim, torna-se necessário que a equipe de manutenção esteja sempre preparada para possíveis ocorrências. Mesmo que um equipamento não esteja em serviço, ele deve estar em condições de operação quando solicitado.

Uma máquina parada representa lucro cessante, assim, a manutenção preventiva se torna tão importante, pois ela, aplicada eficientemente, diminui de forma considerável a probabilidade de uma ocorrência indesejada. Para que a manutenção preventiva ocorra adequadamente é necessário que haja um planejamento conforme as especificações da máquina, fornecida pelo fabricante.

Nos últimos anos, tornou-se visível como a *internet* e programas computacionais são necessárias, e a tecnologia tem crescido gradativamente, assim, para que as indústrias possam continuar de forma competitiva no mercado, devem se reinventar e fazer uso de novos recursos, como os disponibilizados pelos *softwares*, a exemplo do SISLOC^R e Excel^R, ferramentas de grande auxílio para uma boa gestão. Com a manutenção preventiva não é diferente, pois as mesmas ferramentas podem ser empregadas para o suporte das máquinas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Fogliatto e Ribeiro (2009), *manutenibilidade* pode ser entendida como “a capacidade de um item ser recolocado em condições de executar

suas funções requeridas, mediante condições preestabelecidas de uso, quando submetido à manutenção sob condições predeterminadas e usando recursos e procedimento padrão”. Neste estudo, o item a ser considerado é uma máquina pesada que está ligada à produtividade de uma empresa do ramo da construção civil e a manutenção está diretamente conectada ao desempenho de seus equipamentos.

2.1 EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO – FASES DA MANUTENÇÃO

Segundo Kardec e Nascif (2007), a manutenção pode ser dividida em três gerações.

As atividades voltadas para fins de manutenção corretiva, isto é, corrigir falhas após a quebra, com o intuito de um equipamento voltar às suas atividades, limpeza e lubrificação, eram a norma até a primeira metade do século 20, quando a tecnologia militar teve um salto com o desenvolvimento de tanques, aeronaves e linhas de produção. Com o aumento da tecnologia, houve aumento também de falhas detectadas e assim foi necessário que equipes fossem treinadas para manter os equipamentos em condições de trabalho. Essa é a chamada Primeira Fase da Manutenção.

Ainda nesse cenário, a manutenção tinha como foco apenas o reparo por avarias mas, após o fim da Guerra e o início da Guerra Fria, com a corrida pelo desenvolvimento da tecnologia e a produção em larga escala através das linhas de produção ficou mais evidente que era necessário desenvolver novos métodos para detecção de falhas antes que elas ocorressem, uma vez que as paradas para reparo tinham grande impacto nos custos para manter o equipamento, tendo início o desenvolvimento da manutenção preventiva, que foi a Segunda Geração da manutenção.

Conforme a tecnologia se desenvolve mais ainda, é necessário que a manutenção esteja no mesmo ritmo para acompanhar. A Terceira Geração, por exemplo, surge, dentre outros cenários, no desenvolvimento da aviação comercial, em que não é possível realizar manutenções durante o serviço do equipamento e a prevenção de avarias precisa ser ainda mais precisa. Isso foi possível com o desenvolvimento e acesso aos computadores, que permitiram criar programas para identificar melhor as peças que necessitavam de correção ou troca. Nessa fase houve o reforço do conceito da manutenção preditiva, conforme aponta Kardec e Nascif (2007).

Nesse contexto de novas tecnologias, surgiram ferramentas como Excel, CAD e sistemas de gestão de locações, a exemplo do SISLOC, voltado para empresas de pequeno, médio e grande porte da construção civil.

2.2 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Há diferentes tipos de manutenção e, neste estudo, será abordado três que estão entre os mais recorrentes, com foco no primeiro:

2.2.1 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva decorre da necessidade de troca ou conserto de uma peça que não está em plenas condições de uso, o que influencia negativamente no desempenho da máquina. Sendo assim, ela pode ocorrer de dois modos: programada ou não programada.

A manutenção corretiva, sobretudo quando não planejada, tende a ser a mais cara considerando o longo prazo, justamente por ser decorrente da detecção de falhas, em geral, durante o serviço do equipamento. Ela varia de caso a caso, podendo ou não ser necessária uma parada imediata do equipamento para correção. Isso varia conforme a urgência e tempo necessário para finalização do serviço. No caso de falhas mais graves, um fator importante é a possibilidade de substituição do equipamento, ainda que temporariamente, para correção da falha. Caso não, considere os dias de paralisação do serviço para correção.

2.2.2 Manutenção Corretiva Programada

Quando uma falha for detectada, é necessário verificar se a máquina deve ser parada imediatamente ou se é possível ela continuar operando e realizar o planejamento para parada em outro momento mais oportuno. Alguns exemplos de ocorrências deste tipo de manutenção são trocas de peças por desgaste (dentes, lâminas) ou trocas de juntas devido a vazamento. Neste último caso, isso varia conforme o nível do vazamento.

2.2.3 Manutenção Corretiva Não-Programada

Decorrente de falhas mais graves como o rompimento de peças, são necessárias quando impossibilitam a operação de um equipamento. Por conta da parada inesperada do serviço, é o tipo de manutenção mais caro.

2.2.4 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva ocorre antes da falha ocorrer com o objetivo de reduzir os custos por manutenção corretiva a longo prazo e é realizada com planejamento de acordo com as orientações fornecidas pelo fabricante. Ela ocorre a intervalos que podem variar conforme as horas trabalhadas ou intervalos fixados de tempo.

A manutenção preventiva é realizada por uma equipe técnica, sendo que o manual do operador inclui uma série de procedimentos a itens do equipamento a serem inspecionados diariamente antes de cada serviço.

A manutenção preventiva, em geral, inclui troca de filtros, fluidos da máquina e peças de desgaste, como dentes e lâminas. As especificações são descritas no catálogo que acompanha o equipamento. Um planejamento desse tipo de manutenção previne a ocorrência de paradas para a manutenção corretiva.

2.2.5 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva ocorre mediante acompanhamento da máquina com o uso de equipamentos específicos, a fim de prever quando uma falha acontecerá e efetuar a troca da peça antes que tal falha ocorra.

2.3 SETOR DE COMPRAS

O setor de compras para manutenção é responsável por suprir a demanda de peças, componentes, lubrificantes e serviços terceirizados para o pleno funcionamento das máquinas e equipamentos. Isso ocorre por meio de negociações com fornecedores, visando a redução de custos e qualidade das peças ou serviços adquiridos, considerando prazos, garantias, condições de pagamento, segurança, meio ambiente, entre outros.

O setor trabalha com a política de estoque mínimo (*just-in-time*) visando otimizar custos, tornando-a mais competitiva, deve ainda estar atualizado com as ocorrências nas máquinas, mantendo contato diretamente com operadores, mecânicos e motoristas. O *checklist* das máquinas e equipamentos, que deve ser realizado sempre na saída e retorno de cada serviço, é outro importante dado a ser analisado para suprir as necessidades de operações da empresa.

Além disso, o setor deve estar atento para avaliar os fornecedores e evidenciar as melhores opções por meio dos mapas de cotação. Após a aprovação do orçamento, a compra deve ser formalizada através da Ordem de Compra (OC) para futuras consultas.

2.3.1 Procedimento de Compras

Assim que o setor receber uma solicitação, deve-se identificar o solicitante, de qual setor veio a solicitação, qual o motivo da solicitação e qual sua urgência.

O solicitante deve informar exatamente quais as especificações da peça ou serviço para atender a demanda, a fim de evitar devoluções desnecessárias.

2.3.2 Quando Se Tratar de Material

Após a solicitação passar pelos critérios anteriores, deve-se identificar se o item solicitado está ou não disponível em estoque. Se estiver, deve-se encaminhar ao setor competente para autorização de retirada e envio ao solicitante. A entrega do item deve ser devidamente registrada.

No caso de não estar disponível no estoque, deve ser realizada cotação com, pelo menos, três fornecedores e indicar a melhor opção.

2.3.3 Quando Se Tratar de Serviço

Quando for necessário a realização de um serviço que a oficina da empresa não disponibilize dos recursos necessários, deve-se contatar pelo menos três fornecedores para orçamento. O setor de Compras deve estar atento para a cobrança ou não do orçamento, bem como para o prazo de entrega do serviço. Também deve estar atento para a necessidade ou não de enviar o equipamento para a oficina terceirizada ou se o serviço pode ser realizado na oficina própria da empresa.

2.3.4 Observações

A compra de uma peça ou serviço deve sempre ser autorizada pela gerência ou Diretoria.

Há casos em que é necessário a troca, normalmente devido a um material que não estava de acordo com as especificações solicitadas. Nesse caso, o comprador deve emitir uma nota de devolução e informar ao setor financeiro para o cancelamento de nota fiscal, caso já tenha sido protocolado. Deve ser informado à Diretoria o motivo da devolução.

Para o cadastro de novos fornecedores, necessário para o faturamento das compras, o setor deve solicitar ao fornecedor a relação de documentos necessários para o cadastro, em geral, cartão CNPJ e contatos de outros fornecedores.

2.4 A MANUTENÇÃO NO BRASIL

Há diferentes tipos de manutenção, e cada empresa adota parâmetros diferentes ao escolher o tipo em que desenvolverá para suas máquinas. A pesquisa divulgada pela Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos em 2013 evidencia que os fatores mais considerados ao escolher um serviço de manutenção no Brasil são o preço e a qualidade.

Tabela 1

Ano	Critérios Utilizados na Contratação de Serviços Pelas Empresas				
	Preço	Tecnologia	Prazo	Qualidade	Experiência
2013	I	V	III	II	IV
2011	I	V	III	II	IV
2009	II	V	IV	I	III
2007	II	V	IV	I	III
2005	II	V	IV	I	III
2003	III	IV	V	I	II
2001	II	IV	V	I	III
1999	II	III	V	I	IV
1997	I	V	III	II	IV

A Associação divulgou ainda a composição de custos da manutenção conforme mostrado a seguir:

Tabela 2

Ano	Composição dos Custos de Manutenção (%)			
	Pessoal	Material	Serviços Contratados	Outros
2013	34,02	21,96	27,50	16,52
2011	31,13	33,35	27,03	8,48
2009	31,09	33,43	27,27	8,21
2007	32,35	30,52	27,20	9,93
2005	32,53	33,13	24,84	9,50
2003	33,97	31,86	25,31	8,86
2001	34,41	29,36	26,57	9,66
1999	36,07	31,44	23,68	8,81
1997	38,13	31,10	20,28	10,49
1995	35,46	33,92	21,57	9,05
Média	33,92	31,01	25,13	9,95
Desvio Padrão	2,24	3,50	2,55	2,41

Valores percentuais de 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011 e 2013.
Corrigidos para fechamento em 100% (cem por cento).

Na empresa selecionada para este estudo, a manutenção é principalmente corretiva, mas um plano de manutenção preventiva tem se iniciado a partir do segundo semestre de 2020, com a aquisição de novos equipamentos. Esses equipamentos seguem as revisões indicadas pelo fabricante. Nos demais equipamentos, as manutenções mais frequentes continuam a ser as corretivas, embora haja planos para a implantação de manutenção preventiva.

2.5 SOBRE OS SISTEMAS DE LOCAÇÃO

Sistemas de Locações são softwares muito utilizados por empresas para realizar todo o registro de uma locação, com a coleta de dados referentes a localização do serviço, datas de entrada e saída, manutenção, inspeção da máquina e informações complementares para o histórico das máquinas.

Alguns exemplos desses sistemas são Nixloc, Sistemalocar e o Sisloc. A empresa deve analisar qual sistema é mais adequado para sua locadora e realizar treinamentos para seus funcionários a utilizarem.

Após a aquisição de um sistema, deve ser registrado no mesmo as máquinas e seus estados. O Excel é uma ferramenta com vários recursos que podem ser utilizados para essa finalidade, mas o sistema de locação possui vantagens como centralizar todas as informações, além de ser mais prático para a

empresa, contando com diversas ferramentas como a montagem de relatórios de forma automática.

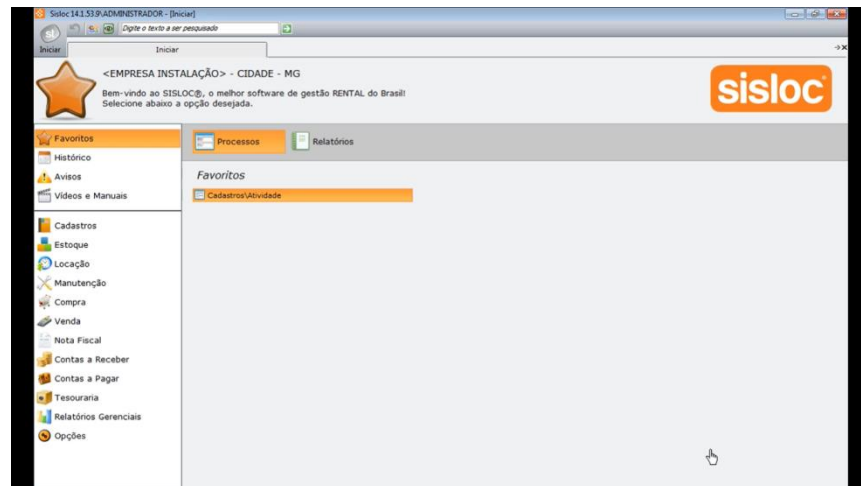


Figura 1: Tela inicial do software SISLOC

Fonte: Autor

3 METODOLOGIA

Para este projeto, foram contactados os setores de manutenção, comercial e operacional de máquinas de uma empresa do ramo de terraplenagem, a JM Obras e Terraplenagem. Também foi contactada a fabricante da máquina objeto deste estudo, a Revemar. Além disso, houve consulta em artigos científicos por meio do Google Acadêmico.

Para o presente estudo, foi selecionada uma programação de manutenção preventiva de uma retroescavadeira da marca JCB, modelo 3CX, no qual houve o acompanhamento do processo de manutenção, a partir da lavagem da máquina e sua entrada na oficina até a liberação do equipamento para o serviço.

Os dados referentes foram registrados no sistema SISLOC e foi realizada análise com uso da função de Weibull por meio do Excel.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DA PESQUISA

A empresa que fez parte deste estudo é voltada para obras de terraplenagem e construção civil. Ela também é responsável pela manutenção de seus próprios equipamentos. A empresa atua na Região Norte há mais de 30 anos, trabalhando tanto direta quanto indiretamente, seja responsável por uma obra, seja na locação de um equipamento.

Possui uma frota que inclui motoniveladoras, escavadeiras, retroescavadeiras, pá carregadeiras, caminhões basculantes, caminhão com plataforma, rolos compactadores, além de caminhões para apoio e lubrificação e abastecimento dos equipamentos.

A área da empresa é composta por três setores: escritório (onde funciona o setor de compras), pátio (onde ficam os equipamentos disponíveis para serviço) e oficina. A oficina possui cinco vagas cobertas para manutenção de máquinas, um almoxarifado, uma área para pré-lavagem, uma para lavagem e uma área para serviços de soldagem.

Os setores envolvidos neste estudo são Manutenção e Compras.

4.1.1 Para Manutenção Corretiva

Após o retorno da máquina, é realizado o checklist do equipamento. Se houver avarias, deve ser aberta uma OS para manutenção corretiva, no qual será identificadas as principais avarias do mesmo. Se necessário, a equipe da oficina efetuará o desmonte de peças para identificação mais precisa do problema. Feito isso, será possível verificar os materiais que deverão ou serem reparados ou serem substituídos e uma Solicitação de Compra é encaminhada para o setor de Compras, que se encarregará da cotação para os itens ou serviços solicitados.

A cotação será encaminhada para o setor competente, responsável por autorizar ou não a compra. A cotação deverá indicar a melhor opção mediante consulta com a equipe de manutenção e negociação com fornecedores quanto ao que diz respeito a qualidade do material/serviço, prazos, formas de pagamento e garantias.

Após aprovação e efetivação de compra, o setor de compras deverá identificar se todas as peças estão de acordo com o pedido, bem como o valor cobrado na nota fiscal coincide com o negócio fechado. Estando de acordo, feito isso, as peças deverão ser protocoladas e encaminhadas para a equipe de mecânicos que se encarregará da manutenção. A nota fiscal será protocolada e enviada para o setor financeiro, identificando corretamente o centro de custo no qual a peça foi utilizada.

O setor de Compras será o responsável por verificar se as peças foram devidamente utilizadas para a finalidade solicitada e deverá ser registrado no sistema de locação.

O procedimento final corresponde à fase de teste realizada pela equipe de manutenção e checklist de saída, realizada pelo setor de Manutenção. Verificado

que a máquina está em plenas condições de uso, a mesma será incluída na relação de equipamentos disponíveis para serviço e registrado no sistema de locação.

Todos os procedimentos acima são realizados e registrados por meio do sistema de locação.

4.1.2 Para Manutenção Preventiva

Após a constatação de que a máquina permanece em plenas condições de uso, o setor de Manutenção inicia a abertura da OS para realização da manutenção preventiva, conforme indicada pelo horímetro. Feito isso, o setor de Compras deve solicitar da fabricante um orçamento para a preventiva, com o serviço e peças, e em seguida encaminhado para a Diretoria para aprovação.

4.2 APRESENTAÇÃO DOS DADOS

4.2.1 Procedimento Para Retorno de Equipamento Pós-Serviço

Assim que um equipamento retorna de serviço, é registrado no sistema o status de retorno e iniciado o status de inspeção com *checklist* pelo setor de Manutenção acompanhado pelo operador. Essa inspeção determinará se o equipamento terá seu status no sistema alterado para disponível para locação ou em manutenção.

SOLICITAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

EQUIPAMENTO: Retroescavadeira JCB 3CX.

OCORRÊNCIA: Revisão de 1.000 horas.

Itens Solicitados Para Resolução De Ocorrência Conforme Manual De Manutenção Do Equipamento:

- Balde de óleo de motor diesel 15W40;
- Elemento separador de água;
- Filtro de combustível;
- Óleo SAE 90;
- Elemento filtro óleo hidráulico;
- Elemento externo filtrante de ar do motor;
- Elemento interno filtrante de ar do motor
- Elemento filtrante de ar-condicionado;
- Óleo do diferencial/freios;
- Filtro de transmissão.

FECHAMENTO DE OS

Após a troca dos itens, a equipe técnica informa a liberação do equipamento e a OS é fechada. O status do mesmo é alterado para disponível para locação e um relatório é gerado pelo sistema para histórico do equipamento.

4.2.2 Equação de Weibull Aplicada a Custos de Manutenção

Segundo Fogliatto e Ribeiro, (2009), a distribuição de Weibull é adequada para “modelagem de tempos até a falha apresentando funções de risco constante, estritamente crescente e estritamente decrescente”.

O equipamento analisado não registrou ocorrências de manutenção corretiva. Nesse caso, para a aplicação da equação de Weibull, foi considerada uma amostra das seis primeiras manutenções preventivas.

Se atuar muito cedo, o número de falhas diminui, mas o custo da manutenção cresce. Se esperar demais, a probabilidade de falha aumenta. O ideal é encontrar o melhor ponto possível para fazer a intervenção, a manutenção preditiva.

Tabela 3: Amostragem das primeiras seis revisões da retroescavadeira JCB 3CX

Equipamento	
Amostragem	TTF (min)
1	6000
2	24000
3	30000
4	30000
5	30000
6	30000
Média TTF (Tempo até a Falha)	25000,00
Tempo (t)=	25000,00
λ =	0,00004
R(t)=	0,367879441
F(t)=	0,632120559

Tabela 4: Ranqueamento da amostragem da tabela 3

Rank	TTF (min)	Média Rank	$1/(1-\text{Média Rank})$	$\text{Ln}(\text{Ln}(1/(1-\text{Média Rank})))$	$\text{Ln}(\text{TTF Equip})$
1	6000	0,109375	1,122807018	-2,155616006	8,699514748
2	24000	0,265625	1,361702128	-1,175270415	10,08580911
3	30000	0,421875	1,72972973	-0,601543551	10,30895266
4	30000	0,578125	2,37037037	-0,147287035	10,30895266
5	30000	0,734375	3,764705882	0,281917795	10,30895266
6	30000	0,890625	9,142857143	0,794336831	10,30895266

Fórmula da Função de Weibull:

$$F(t) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{t - \tau}{\alpha} \right)^\beta \right]$$

Onde:

α é o fator de escala;

β é o fator de forma;

τ é o fator de deslocamento.

Tabela 5: Regressão Linear dos dados da tabela 4
Resumo Dos Resultados

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,823156357
R-Quadrado	0,677586388
R-quadrado ajustado	0,596982985
Erro padrão	0,672954729
Observações	6

Tabela 6

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	3,8070010 26	3,807001 026	8,4064240 9	0,044145236
Resíduo	4	1,8114722 67	0,452868 067		
Total	5	5,6184732 94			

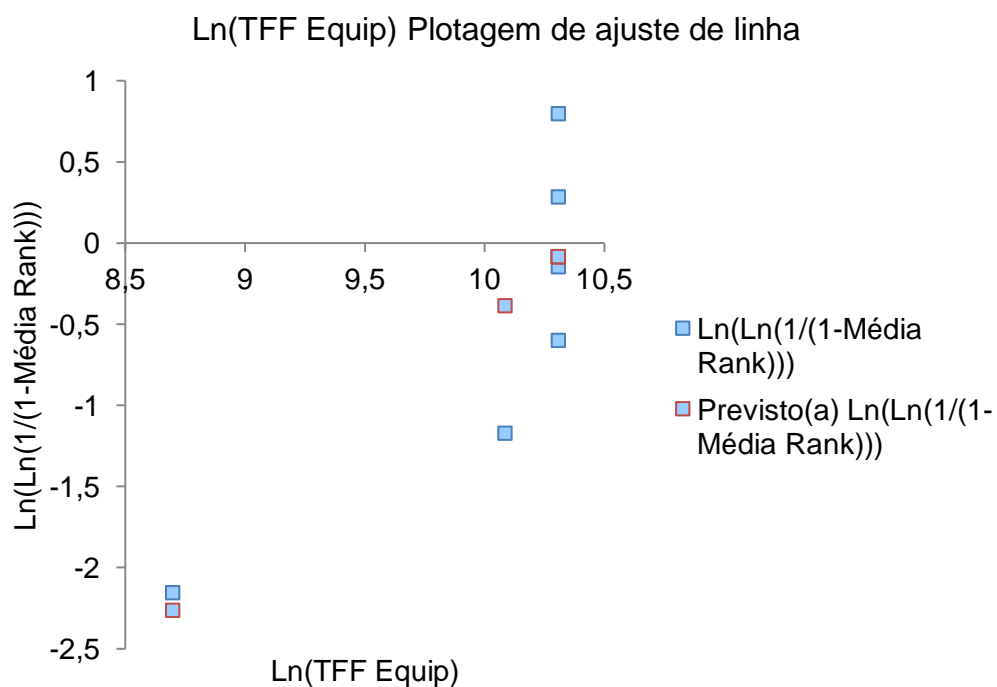
Tabela 7

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Interseção	-14,03299637	4,675422626	-3,001439119	0,039885333
Ln(TFF Equip)	1,35276543	0,466570041	2,899383398	0,044145236
	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	-27,01405064	-1,051942104	-27,01405064	-1,051942104
Ln(TFF Equip)	0,057359324	2,648171536	0,057359324	2,648171536

Alfa	32002,274
Beta	1,35

Tabela 8: Resultados de Resíduos

Observação	Previsto(a) $\text{Ln}(\text{Ln}(1/(1-\text{Média Rank})))$	Resíduos
1	-2,264593558	0,1089775 52
2	-0,38926247	0,7860079 45
3	-0,087401588	0,5141419 63
4	-0,087401588	0,0598854 47
5	-0,087401588	0,3693193 84
6	-0,087401588	0,8817384 19



Os seguintes dados referem-se à média dos custos de manutenção de uma retroescavadeira desta mesma empresa:

Comparativo de Custos da Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva

Tabela 9: Custo De Manutenção Corretiva (CMC)

M.O.:	R\$ 1.194,30
Material	R\$ 3.055,00
Lucro por perda cessante	R\$ 1.000,00
CMC	R\$ 5.249,30

Tabela 10: Custo Manutenção Preventiva

M.O.:	R\$ 1.194,30
Material	R\$ 3.055,00
Lucro por perda cessante	0
CMC	R\$ 4.249,30

Fórmula para o cálculo para o custo total de manutenção considerando as manutenções preventiva e corretiva:

$$C_{tm}(t) = \frac{C_{mp} \cdot R(t) + C_{mc} \cdot F(t)}{\int_0^t R(s) ds}$$

$$C_{tm}(t) = \frac{C_{mp} \cdot R(t) + C_{mc} \cdot [1 - R(t)]}{\int_0^t R(s) ds}$$

Tabela 11: Probabilidade de falha F(t) e confiabilidade R(t) segundo amostragem da tabela 3

TFF	F(t)	R(t)
20000	0,41107612812	0,58892387188
40000	0,74134059131	0,25865940869
60000	0,90369783675	0,09630216325
80000	0,96836987930	0,03163012070
100000	0,99063351215	0,00936648785
120000	0,99746373850	0,00253626150
140000	0,99936566875	0,00063433125

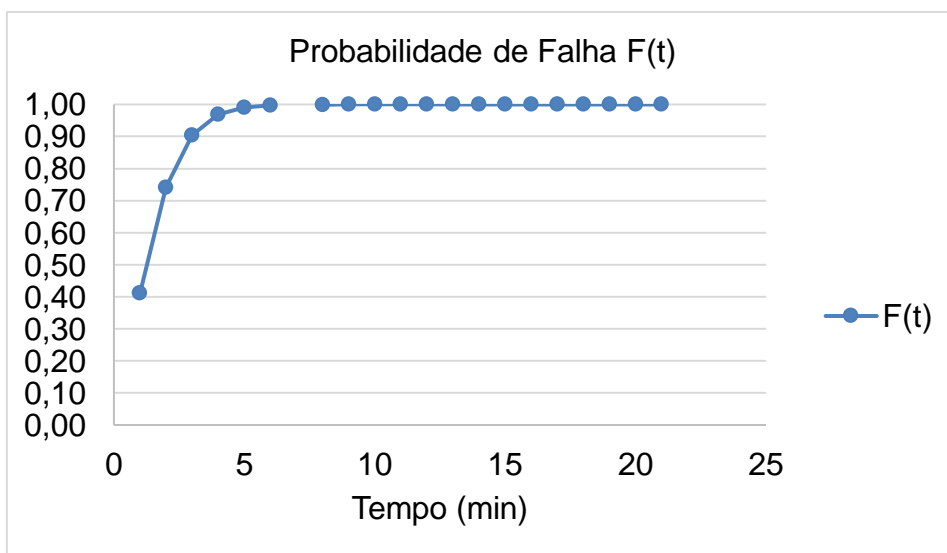
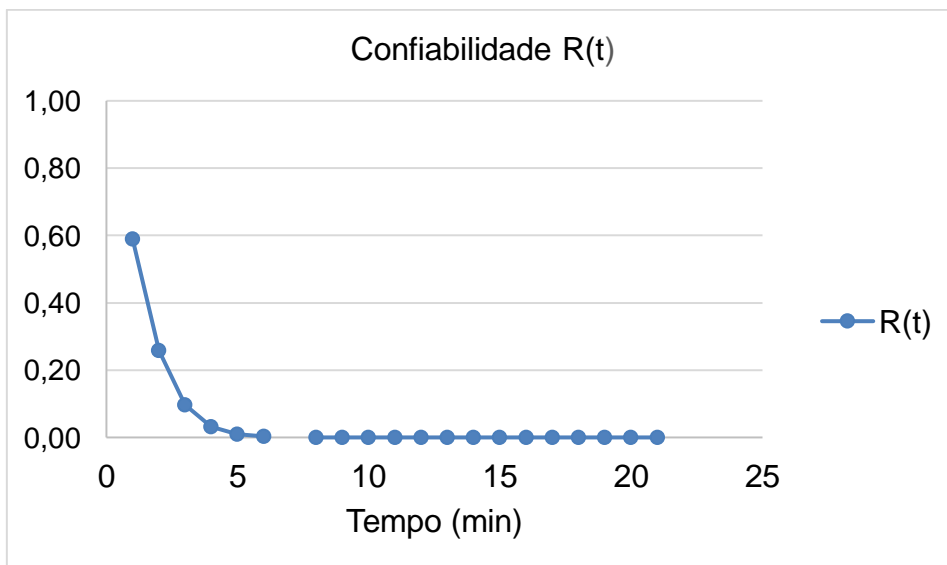
160000	0,99985234803	0,00014765197
180000	0,99996782201	0,00003217799
200000	0,99999340246	0,00000659754
220000	0,99999872220	0,00000127780
240000	0,99999976543	0,00000023457
260000	0,99999995906	0,00000004094
280000	0,99999999319	0,00000000681
300000	0,99999999892	0,00000000108
320000	0,99999999984	0,00000000016
340000	0,99999999998	0,00000000002
360000	1,00000000000	0,00000000000
380000	1,00000000000	0,00000000000
400000	1,00000000000	0,00000000000

Tabela 12: TFF considerando o intervalo de tempo recomendado pela fabricante para a manutenção preventiva:

TFF	F(t)	R(t)	Regra Trapézio	Integral R(t)	Preventiva	Corretiva	Total
0	0,000000000000	1,000000000000	2940,21856912	2940,21856912	R\$ 1,4452326927759	R\$ 0,00000000000	R\$ 1,445232693
3000	0,0398542872528	0,9601457127472	2792,22923173	5732,44780086	R\$ 0,7117286225560	R\$ 0,0364952490357	R\$ 0,748223872
6000	0,0986595582577	0,9013404417423	2605,20809068	8337,65589154	R\$ 0,4593696344536	R\$ 0,0621150148074	R\$ 0,521484649
9000	0,1645350479531	0,8354649520469	2403,67153836	10741,32742990	R\$ 0,3305123360127	R\$ 0,0804084814337	R\$ 0,410920817
12000	0,2330172598072	0,7669827401928	2198,27411100	12939,60154090	R\$ 0,2518732704095	R\$ 0,0945297656995	R\$ 0,346403036
15000	0,3014666661927	0,698533338073	1995,55267607	14935,15421697	R\$ 0,1987443619413	R\$ 0,1059573237648	R\$ 0,304701686
18000	0,3681648830914	0,6318351169086	1799,79644348	16734,95066046	R\$ 0,1604341128190	R\$ 0,1154833354471	R\$ 0,275917448
21000	0,4319708212527	0,5680291787473	1613,82847504	18348,77913549	R\$ 0,1315469749473	R\$ 0,1235801256998	R\$ 0,255127101
24000	0,4921435287238	0,5078564712762	1439,43467838	19788,21381387	R\$ 0,1090565588028	R\$ 0,1305529164800	R\$ 0,239609475
27000	0,5482333523577	0,4517666476423	1277,63898497	21065,85279884	R\$ 0,0911281415549	R\$ 0,1366116702709	R\$ 0,227739812
30000	0,6000073243286	0,3999926756714	1128,89737887	22194,75017771	R\$ 0,0765806716959	R\$ 0,1419082630974	R\$ 0,218488935
33000	0,6473944230942	0,3526055769058	993,24272816	23187,99290587	R\$ 0,0646164971685	R\$ 0,1465572099726	R\$ 0,211173707
36000	0,6904437581304	0,3095562418696	870,39650896	24058,38941483	R\$ 0,0546752035598	R\$ 0,1506479239761	R\$ 0,205323128
39000	0,7292919025615	0,2707080974385	759,85648915	24818,24590398	R\$ 0,0463497671389	R\$ 0,1542523189965	R\$ 0,200602086
42000	0,7641371046701	0,2358628953299	660,96601350	25479,21191749	R\$ 0,0393360754003	R\$ 0,1574297084437	R\$ 0,196765784
45000	0,7952188863287	0,2047811136713	572,96871791	26052,18063539	R\$ 0,0334012879191	R\$ 0,1602300612922	R\$ 0,193631349
48000	0,8228019683998	0,1771980316002	495,05146473	26547,23210013	R\$ 0,0283633183617	R\$ 0,1626962222062	R\$ 0,191059541
51000	0,8471637217770	0,1528362782230	426,37765281	26973,60975293	R\$ 0,0240771332796	R\$ 0,1648654579590	R\$ 0,188942591
54000	0,8685845096858	0,1314154903142	366,11263099	27339,72238392	R\$ 0,0204253662547	R\$ 0,1667705546774	R\$ 0,187195921
57000	0,8873404029893	0,1126595970107	313,44264039	27653,16502431	R\$ 0,0173117408136	R\$ 0,1684406097211	R\$ 0,185752351
60000	0,9036978367532	0,0963021632468	267,58847802	27920,75350233	R\$ 0,0146563659985	R\$ 0,1699016129373	R\$ 0,184557979
63000	0,9179098445678	0,0820901554322	227,81488820	28148,56839052	R\$ 0,0123923068711	R\$ 0,1711768811913	R\$ 0,183569188
66000	0,9302135633018	0,0697864366982	193,43653222	28342,00492274	R\$ 0,0104630390923	R\$ 0,1722873900823	R\$ 0,182750429
69000	0,9408287485521	0,0591712514479	163,82125408	28505,82617682	R\$ 0,0088205266256	R\$ 0,1732520334313	R\$ 0,182072560
72000	0,9499570820598	0,0500429179402	138,39124493	28644,21742176	R\$ 0,0074237451864	R\$ 0,1740878320198	R\$ 0,181511577

75000	0,9577820879836	0,0422179120164	116,62260912	28760,84003087	R\$ 0,0062375289922	R\$ 0,1748101066956	R\$ 0,181047636
78000	0,9644695059395	0,0355304940605	98,04374760	28858,88377847	R\$ 0,0052316551662	R\$ 0,1754326264450	R\$ 0,180664282
81000	0,9701679956617	0,0298320043383	82,23289933	28941,11667780	R\$ 0,0043801052132	R\$ 0,1759677387823	R\$ 0,180347844
84000	0,9750100714491	0,0249899285509	68,81511595	29009,93179375	R\$ 0,0036604602915	R\$ 0,1764264874680	R\$ 0,180086948
87000	0,9791131845857	0,0208868154143	57,45888963	29067,39068339	R\$ 0,0030533991065	R\$ 0,1768187208762	R\$ 0,179872120
90000	0,9825808889915	0,0174191110085	47,87260684	29115,26329022	R\$ 0,0025422757703	R\$ 0,1771531931265	R\$ 0,179695469
93000	0,9855040397845	0,0144959602155	39,80096058	29155,06425080	R\$ 0,0021127610357	R\$ 0,1774376592533	R\$ 0,179550420
96000	0,9879619864963	0,0120380135037	33,02142125	29188,08567205	R\$ 0,0017525346251	R\$ 0,1776789651087	R\$ 0,179431500
99000	0,9900237326709	0,0099762673291	27,34083838	29215,42651043	R\$ 0,0014510194724	R\$ 0,1778831323258	R\$ 0,179334152
102000	0,9917490417457	0,0082509582543	22,59222382	29238,01873425	R\$ 0,0011991509147	R\$ 0,1780554384397	R\$ 0,179254589
105000	0,9931894757047	0,0068105242953	18,63174908	29256,65048333	R\$ 0,0009891754664	R\$ 0,1782004921509	R\$ 0,179189668
108000	0,9943893582433	0,0056106417567	15,33597521	29271,98645854	R\$ 0,0008144749606	R\$ 0,1783232036680	R\$ 0,179136779
111000	0,9953866582836	0,0046133417164	12,59932334	29284,58578188	R\$ 0,0006694126767	R\$ 0,1784243500743	R\$ 0,179093763
114000	0,9962137928229	0,0037862071771	10,33178510	29294,91756698	R\$ 0,0005491986834	R\$ 0,1785096356974	R\$ 0,179058834
117000	0,9968983504430	0,0031016495570	8,45686658	29303,37443356	R\$ 0,0004497720729	R\$ 0,1785807475124	R\$ 0,179030520
120000	0,9974637385016	0,0025362614984	6,90975496	29310,28418852	R\$ 0,0003676981061	R\$ 0,1786399056672	R\$ 0,179007604
123000	0,9979297581941	0,0020702418059	5,63569408	29315,91988260	R\$ 0,0003000785423	R\$ 0,1786890092710	R\$ 0,178989088
126000	0,9983131124187	0,0016868875813	4,58855368	29320,50843628	R\$ 0,0002444736391	R\$ 0,1787296776387	R\$ 0,178974151
129000	0,9986278517914	0,0013721482086	3,72957583	29324,23801211	R\$ 0,0001988344720	R\$ 0,1787632872248	R\$ 0,178962122
132000	0,9988857643220	0,0011142356780	3,02628217	29327,26429428	R\$ 0,0001614443686	R\$ 0,1787910045083	R\$ 0,178952449
135000	0,9990967142321	0,0009032857679	2,45152581	29329,71582009	R\$ 0,0001308683738	R\$ 0,1788138151146	R\$ 0,178944683
138000	0,9992689352282	0,0007310647718	1,98267224	29331,69849233	R\$ 0,0001059097732	R\$ 0,1788325494708	R\$ 0,178938459
141000	0,9994092832807	0,0005907167193	1,60089463	29333,29938696	R\$ 0,0000855727998	R\$ 0,1788479052942	R\$ 0,178933478
144000	0,9995234536316	0,0004765463684	1,29056997	29334,58995693	R\$ 0,0000690307411	R\$ 0,1788604672113	R\$ 0,178929498
147000	0,9996161663889	0,0003838336111	1,03876339	29335,62872032	R\$ 0,0000555987458	R\$ 0,1788707237964	R\$ 0,178926323
150000	0,9996913246863	0,0003086753137	0,83478947	29336,46350979	R\$ 0,0000447107065	R\$ 0,1788790823040	R\$ 0,178923793
153000	0,9997521490006	0,0002478509994	0,66984022	29337,13335001	R\$ 0,0000358996647	R\$ 0,1788858813551	R\$ 0,178921781
156000	0,9998012908500	0,0001987091500	0,53667062	29337,67002063	R\$ 0,0000287812492	R\$ 0,1788914018178	R\$ 0,178920183
159000	0,9998409287349	0,0001590712651	0,42933362	29338,09935426	R\$ 0,0000230397177	R\$ 0,1788958761041	R\$ 0,178918916
162000	0,9998728488510	0,0001271511490	0,34295753	29338,44231178	R\$ 0,0000184162258	R\$ 0,1788994960842	R\$ 0,178917912
165000	0,9998985127959	0,0001014872041	0,27355950	29338,71587128	R\$ 0,0000146989929	R\$ 0,1789024198007	R\$ 0,178917119
168000	0,9999191142046	0,0000808857954	0,21788970	29338,93376098	R\$ 0,0000117150818	R\$ 0,1789047771455	R\$ 0,178916492
171000	0,9999356259977	0,0000643740023	0,17330146	29339,10706244	R\$ 0,0000093235437	R\$ 0,1789066746435	R\$ 0,178915998
174000	0,9999488396940	0,0000511603060	0,13764340	29339,24470584	R\$ 0,0000074097166	R\$ 0,1789081994725	R\$ 0,178915609
177000	0,9999593980381	0,0000406019619	0,10916992	29339,35387577	R\$ 0,0000058804948	R\$ 0,1789094228301	R\$ 0,178915303
180000	0,9999678220133	0,0000321779867	0,08646725	29339,44034302	R\$ 0,0000046604133	R\$ 0,1789104027454	R\$ 0,178915063
183000	0,9999745331522	0,0000254668478	0,06839239	29339,50873541	R\$ 0,0000036884147	R\$ 0,1789111864215	R\$ 0,178914875
186000	0,9999798719209	0,0000201280791	0,05402287	29339,56275828	R\$ 0,0000029151848	R\$ 0,1789118121807	R\$ 0,178914727
189000	0,9999841128333	0,0000158871667	0,04261547	29339,60537375	R\$ 0,0000023009627	R\$ 0,1789123110767	R\$ 0,178914612
192000	0,9999874768506	0,0000125231494	0,03357243	29339,63894618	R\$ 0,0000018137448	R\$ 0,1789127082259	R\$ 0,178914522
195000	0,9999901415301	0,0000098584699	0,02641373	29339,66535991	R\$ 0,0000014278144	R\$ 0,1789130239061	R\$ 0,178914452
198000	0,9999922493164	0,0000077506836	0,02075458	29339,68611449	R\$ 0,0000011225403	R\$ 0,1789132744588	R\$ 0,178914397
201000	0,9999939142990	0,0000060857010	0,01628699	29339,70240147	R\$ 0,0000008813985	R\$ 0,1789134730305	R\$ 0,178914354
204000	0,9999952277109	0,0000047722891	0,01276484	29339,71516632	R\$ 0,0000006911754	R\$ 0,1789136301790	R\$ 0,178914321
207000	0,9999962623925	0,0000037376075	0,00999180	29339,72515812	R\$ 0,0000005413212	R\$ 0,1789137543684	R\$ 0,178914296

21000 0	0,9999970764089	0,0000029235911	0,00781142	29339,73296954	R\$ 0,0000004234263	R\$ 0,1789138523736	R\$ 0,178914276
21300 0	0,9999977159764	0,0000022840236	0,00609930	29339,73906884	R\$ 0,0000003307971	R\$ 0,1789139296079	R\$ 0,178914260
21600 0	0,9999982178243	0,0000017821757	0,00475661	29339,74382545	R\$ 0,0000002581140	R\$ 0,1789139903898	R\$ 0,178914249
21900 0	0,9999986110993	0,0000013889007	0,00370501	29339,74753046	R\$ 0,0000002011556	R\$ 0,1789140381591	R\$ 0,178914239
22200 0	0,9999989188963	0,0000010811037	0,00288242	29339,75041288	R\$ 0,0000001565771	R\$ 0,1789140756514	R\$ 0,178914232
22500 0	0,9999991594887	0,0000008405113	0,00223980	29339,75265268	R\$ 0,0000001217319	R\$ 0,1789141050385	R\$ 0,178914227
22800 0	0,9999993473139	0,0000006526861	0,00173839	29339,75439106	R\$ 0,0000000945290	R\$ 0,1789141280424	R\$ 0,178914223
23100 0	0,9999994937627	0,0000005062373	0,00134764	29339,7573870	R\$ 0,0000000733187	R\$ 0,1789141460262	R\$ 0,178914219
23400 0	0,9999996078094	0,0000003921906	0,00104351	29339,75678222	R\$ 0,0000000568013	R\$ 0,1789141600675	R\$ 0,178914217
23700 0	0,9999996965147	0,0000003034853	0,00080709	29339,75758931	R\$ 0,0000000439540	R\$ 0,1789141710165	R\$ 0,178914215
24000 0	0,9999997654260	0,0000002345740	-0,02814888	29339,72944043	R\$ 0,0000000339736	R\$ 0,1789143549980	R\$ 0,178914389



REFERÊNCIAS

MANUTENÇÃO Industrial e Área de Compras: Por Que Integrar? **Petronas Inovação Industrial**, 2018. Disponível em: <<https://inovacaoindustrial.com.br/manutencao-industrial-e-area-de-compras/>>.

LINCOLN B. Domingues. **Equação de Weibull aplicada a custos de manutenção**. **Youtube**, 21 de março de 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=dpk9tGBInBE>>.

BARROS, A. J. D. S.; LEHFELD, N. A. D. S. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 3ª. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

7 Motivos Para Ter Um Sistema de Gestão. **Sisloc**, 2019. Disponível em: <<https://sisloc.com/blog/motivos-para-ter-um-sistema-de-gestao/>>.

MONTEIRO JUNIOR, Roberto Francisco. **Manutenção Em Máquinas Rodoviárias: Um Estudo De Caso**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina, 2019.

Salvador – BA. 28º. Congresso **Brasileiro de Manutenção**. Set/2013. 2011. Recuperado de <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf>>

A EVOLUÇÃO Da Manutenção Preditiva. **Imachine**, 2019. Disponível em: <<https://www.imachine.com.br/single-post/2019/11/25/a-evolu%C3%A7%C3%A3o-da-manuten%C3%A7%C3%A3o-preditiva>>.

ASSIS, Lilian Kássia Cavalcante da Silva de. **Análise técnico econômica do maquinário da oficina mecânica do Instituto Nacional de Tecnologia em União e Revestimento de Materiais**. 77 f. Trabalho de conclusão de curso. (Tecnólogo em Mecânica- Processos industriais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019.

SOUSA JUNIO, Cap Eng. José Alcione. **Plano De Gerenciamento Da Manutenção Da Companhia De Engenharia De Equipamento E Manutenção (Cia E Eqp Mnt)**. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro, 2018.

PINTO, Abel. **Manual de Segurança na Manutenção**. Edições Sílabo, Lda. 1ª Edição – Lisboa, 2016.

FREIRE, M., COSTA, J., SANTOS, J., MONTEIRO, D., GERIBELLO, R., SIQUEIRA, L., & AMARANTE, M. (2020, maio 30). **Balanceamento De Tempo Em Linha De Montagem De Máquinas Pesadas**. Revista Pesquisa E Ação, 6(1), 38-49. Recuperado de <<https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/887>>

CUNHA, Marcio Luiz da. **Conjunto de procedimentos para conduzir projeto com foco em customização: o caso da indústria de máquinas pesadas**. 2016. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão de Desenvolvimento de Produto) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

KARDEC, Alan & NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. Qualitymark: Rio de Janeiro, 2007.

FOGLIATTO, Flávio Sanson & RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Elsevier: Rio de Janeiro, 2009.

TAKAHASHI, Yoshikazu & OSADA, Takashi. **MPT: Manutenção Produtiva Total**. Instituto IMAM: São Paulo, 2013.

APÊNDICE

TROCA DOS FILTROS DE COMBUSTÍVEL



Figura 2: Filtro de combustível removido

Fonte: O Autor



Figura 3: Filtro novo ainda na caixa

Fonte: O Autor



Figura 4 e figura 5: filtro novo já instalado

Fonte: O Autor



Figura 6

Fonte: O Autor



Figura 7

Fonte: O Autor



Figura 8

Fonte: O Autor



Figura 9

Fonte: O Autor

A parte transparente da figura 8 deve ser removida e limpa, em seguida é encaixada no separador novo.

Toda vez que o filtro separador é instalado, deve ser preenchido com diesel para evitar a entrada de água no sistema, e evitar falhas.

A máquina já preenche quando for ligada, ainda assim, por precaução, é recomendável encher o filtro assim que é trocado.

A pressão do tanque hidráulico deve ser liberada antes de efetuar a troca para prevenir vazamento de óleo, conforme figura 9 e 10.



Figura 10

Fonte: O Autor



Figura 11

Fonte: O Autor

O diesel pode condensar dentro do tanque, e conseqüentemente forma água.



Figura 12: Tanque de óleo hidráulico

Fonte: O Autor



Figura 13: Tampa removida para baixar pressão

Fonte: O Autor



Figura 14: Junta da tampa do tanque para não vazar.

Fonte: O Autor

FILTRO DE ÓLEO HIDRÁULICO



Figura 15

Fonte: O Autor



Figura 16: Capa do filtro.

Fonte: O Autor

A junta mostrada na figura 16 deve sempre estar umedecida para contribuir com a vida útil



Figura 17: Tapa transparente do filtro separador após lavagem.

Fonte: O Autor

FILTRO EXTERNO DO AR CONDICIONADO



Figura 18

Fonte: O Autor



Figura 19

Fonte: O Autor



Figura 20: Filtro de ar do motor (Filtro externo)

Fonte: O Autor



Figura 21: Guarnição admissão de ar do motor removido para limpeza.

Fonte: O Autor



Figura 22: Troca do filtro interno.

Fonte: O Autor



Figura 23

Fonte: O Autor



Figura 24

Fonte: O Autor



Figura 25: Pré-filtro do ar do motor (Filtro Interno)

Fonte: O Autor



Figura 26

Fonte: O Autor



Figura 27

Fonte: O Autor



Figura 28

Fonte: O Autor



Figura 29: Comparação do filtro usado e o filtro novo.

Fonte: O Autor



Figura 30: Filtro de ar já montado

Fonte: O Autor



Figura 31: Filtro de óleo do motor

Fonte: O Autor



Figura 32 Filtro de óleo da transmissão

Fonte: O Autor



Figura 33 e figura 34: Remoção de Óleo de motor

Fonte: O Auto



Figura 35: Filtro de óleo do motor

Fonte: O Autor



Figura 36: Filtro de óleo do motor após troca

Fonte: O Autor



Figura 37: Filtro trocado

Fonte: O Autor



Figura 38: Filtro de óleo da transmissão removido

Fonte: O Autor

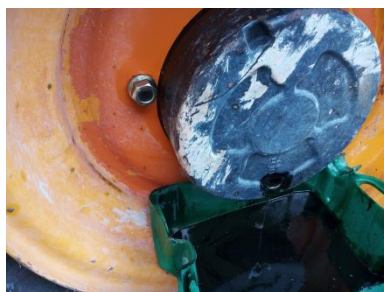


Figura 39: Troca de óleo do Planetário

Fonte: O Autor



Figura 40 e figura 41: Bomba e mangueira para troca de óleo do Planetário

Fonte: O Autor