



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

ROBERTO FRANCISCO MONTEIRO JUNIOR

MANUTENÇÃO EM MÁQUINAS RODOVIÁRIAS: UM ESTUDO DE CASO

TERESINA

2019

ROBERTO FRANCISCO MONTEIRO JUNIOR

MANUTENÇÃO EM MÁQUINAS RODOVIÁRIAS: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Msc. Gustavo Portela de Deus.

TERESINA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Monteiro Junior, Roberto Francisco

M774m Manutenção em máquinas rodoviárias : um estudo de caso / Roberto Francisco Monteiro Junior. - 2019.
71 f.: il. color.

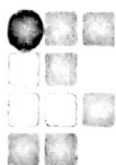
Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central
Bacharelado em Engenharia Mecânica, 2019.

Orientador : Prof Me. Gustavo Portela de Deus.

1. Plano de manutenção. 2. Máquinas rodoviárias. 3. Produção. I. Título.

CDD - 620

Elaborado por Tanize Maria Sales CRB 3/1024



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
do Piauí
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA-CENTRAL
DIRETORIA DE ENSINO
DEPARTAMENTO DE INDÚSTRIA, SEGURANÇA E PRODUÇÃO CULTURAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS RODOVIÁRIAS: UM ESTUDO DE CASO"

ALUNO: ROBERTO FRANCISCO MONTEIRO JUNIOR

DATA: 21 de Fevereiro de 2019

Este trabalho foi julgado adequado e aprovado para a obtenção do título de graduação em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí:

Prof. Msc. Anderson Felipe Chaves Fortes

Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica

Anderson Felipe Chaves Fortes
Coordenador do Curso de
Engenharia Mecânica
IFPI - Campus Teresina Central
SIAPE 2026124

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Msc. Gustavo Portela de Deus

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Orientador

Prof. Msc. Petterson Linniker Carvalho Serra

Universidade Federal do Piauí

Avaliador

Prof. Msc. Luiz Henrique Portela de Abreu

Universidade Federal do Piauí.

Avaliador

Aos meus pais, familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e servidores do IFPI do Campus Teresina Central, pois contribuíram de certa forma para minha formação nesta respeitada instituição de ensino.

Aos meus pais, Roberto Francisco Monteiro e Dalvirene Moraes Lima Monteiro, e minha irmã, Ana Flávia, que deram todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui. Agradeço principalmente a Deus, que me deu forças quando pensei em desistir e segurou na minha mão quando precisei tomar importantes decisões na minha vida.

Aos meus amigos, Alley Carvalho, Italo Ruan, Flávia Soares, Guilherme Dourado, Wanderson Carvalho, Flaviane Arrais, Ana Laura, Irmãos Castanheira, Irmãos Mantesso, por estarem presentes nos melhores momentos e nos obstáculos do curso. Aos professores que me lecionaram matérias, por passarem o conhecimento necessário para me tornar um profissional qualificado, principalmente meu orientador Gustavo Portela de Deus, por ter me guiado para a área da manutenção mecânica através das suas aulas inspiradoras.

A todos que contribuíram direta e indiretamente, meus mais sinceros agradecimentos.

*“Esvazie sua mente.
Seja amorfo, sem forma, como a água.
Se você coloca água em um copo, ela se torna um copo.
Se você a coloca em uma garrafa, ela se torna uma garrafa.
Se você a coloca em uma chaleira, ela se torna uma chaleira.
A água pode fluir, mas também destruir.
Seja água meu amigo. ”*

Bruce Lee

Resumo

A manutenção mecânica para máquinas rodoviárias de construção civil circunda o discernimento e o entendimento de vários setores de uma empresa, desde o manuseio e operação das máquinas em questão ao apontamento de falhas e desbalanceamento do regime de trabalho envolvido por seus operadores. Este trabalho teve como objetivo abordar os tipos de manutenção para máquinas rodoviárias, para que a perda de produtividade seja mínima. Os conceitos utilizados abordam temas como diferentes práticas de manutenção, produção e manutenção do maquinário rodoviário, principais falhas e lubrificação. Coletou-se dados importantes em uma construtora do estado do Piauí para análise dos planos de manutenção. Foram realizadas pesquisas bibliográficas para assimilar a temática e descobrir qual tipo de manutenção melhor se adequa a esse maquinário. Como resultados, verificou-se que a manutenção preventiva é apropriada para que a construtora aumente a produtividade dos seus equipamentos e conseqüentemente aumente os seus proventos.

Palavras-chave: Planos de manutenção. Máquinas rodoviárias. Produção.

Abstract

Mechanical maintenance for road construction machinery involves the discernment and understanding of various sectors of a company, from the handling and operation of the machines in question to the failure and unbalance of the work regime involved by its operators. This work had as objective to approach the types of maintenance for road machines, so that the loss of productivity is minimal. The concepts used cover topics such as different maintenance practices, production and maintenance of road machinery, major faults and lubrication. Important data was collected from a construction company in the state of Piauí to analyze the maintenance plans. Bibliographical research was done to assimilate the theme and to discover which type of maintenance is best suited to this machinery. As a result, it was verified that preventive maintenance is appropriate for the construction company to increase the productivity of its equipment and consequently increase its profits.

Keywords: Maintenance plans. Road machinery. Production.

Lista de ilustrações

<i>Gráfico 1 – Matriz de transportes do Brasil</i> -----	19
<i>Figura 2 – Mapa das rodovias federais do Brasil</i> -----	20
<i>Figura 3 – Tipos de manutenção</i> -----	22
<i>Figura 4 – Espinha de peixe de Ishikawa</i> -----	27
<i>Gráfico 5 – Forma de atuação centralizada, descentralizada e mista</i> -----	31
<i>Gráfico 6 – Níveis hierárquicos na manutenção</i> -----	32
<i>Gráfico 7 – Pessoal próprio de manutenção</i> -----	32
<i>Gráfico 8 – Perdas de tempo de ciclo</i> -----	35
<i>Figura 9 – Unidade escavo-empurradora de rodas – Catálogo Caterpillar</i> -----	37
<i>Figura 10 – Unidade retroescavadeira de rodas – Catálogo Caterpillar</i> -----	38
<i>Figura 11 – Unidade escavo-transportadora – Catálogo Caterpillar</i> -----	39
<i>Figura 12 – Tabela de viscosidade de lubrificantes</i> -----	43

Lista de tabelas

<i>Tabela 1 – Questionários de manutenção referentes aos setores da economia -----</i>	<i>30</i>
<i>Tabela 2 – Forma de atuação da manutenção através dos anos-----</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 3 – Aplicação dos recursos na manutenção-----</i>	<i>33</i>
<i>Tabela 4 – Custo da manutenção no Brasil -----</i>	<i>33</i>

Lista de abreviaturas

ABRAMAN – Associação Brasileira De Manutenção E Gestão De Ativos

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ILOS - Instituto de logística e supply chain

TPM – Total productive maintenance – Manutenção produtiva total

RCM - Reliability Centered Maintenance – Manutenção centrada na confiabilidade

LCM - Lean Centered Maintenance – Manutenção centrada enxuta

Rro – Resistência ao rolamento

Rra – Resistência de rampa

SAE - Society of Automotive Engineers - Sociedade dos Engenheiros Automotivos dos Estados Unidos

Sumário

1.0 INTRODUÇÃO	15
2.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 HISTÓRIA E DEFINIÇÕES	17
2.2 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO	18
2.3 INFRA-ESTRUTURA RODOVIÁRIA BRASILEIRA, INVESTIMENTOS E EMPREITEIRAS/CONSTRUTORAS	19
2.4 TIPOS DE MANUTENÇÃO	22
2.4.1 <i>Manutenção corretiva</i>	23
2.4.2 <i>Manutenção preventiva</i>	23
2.4.3 <i>Manutenção preditiva</i>	24
2.4.4 <i>Manutenção detectiva</i>	24
2.4.5 <i>Manutenção produtiva total (tpm)</i>	25
2.4.6 <i>Manutenção centrada na confiabilidade (rcm)</i>	25
2.4.7 <i>Manutenção lean ou enxuta (lcm)</i>	26
2.5 VISÃO ESTRATÉGICA ATUAL	27
2.6 GESTÃO HUMANA GERENCIAL NA MANUTENÇÃO	28
2.7 DIFERENÇAS NAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO	29
2.8 A SITUAÇÃO DA MANUTENÇÃO NO BRASIL	30
2.9 MÁQUINAS DE CONSTRUÇÃO RODOVIÁRIAS E A SUA PRODUÇÃO	34
2.9.1 <i>Produção de maquinário rodoviário de terraplanagem</i>	35
2.9.2 <i>Grupos de maquinários rodoviários</i>	36
2.10 MANUTENÇÃO DE MAQUINÁRIO RODOVIÁRIO	39
2.10.1 <i>Operação do maquinário</i>	39
2.10.2 <i>Orientações para manutenções de máquinas rodoviárias</i>	40
2.11 PRINCIPAIS FALHAS MECÂNICAS DE MÁQUINAS RODOVIÁRIAS	41
2.12 SISTEMAS DE MONITORAMENTO NOS EQUIPAMENTOS	41
2.13 LUBRIFICAÇÃO DOS SISTEMAS	42
3.0 METODOLOGIA	45
3.1 A EMPRESA	45
3.2 PLANOS DE MANUTENÇÃO	46
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 DISSEMINAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO NA CONSTRUTORA	48
4.1.1 <i>Plano de manutenção corretiva na empresa</i>	49
4.1.2 <i>Plano de manutenção preventiva na empresa</i>	50
4.3 DISCUSSÃO	51

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
<i>5.1 Sugestão para um trabalho futuro</i>	<i>53</i>
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXO 1- RELATÓRIO DE INSPEÇÃO BÁSICA DE MÁQUINAS DE EMPRESA AUTORIZADA PELA FABRICANTE	57
ANEXO 2 - PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUNTENÇÃO CORRETIVA ESCAVADEIRA	60
ANEXO 3 - PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUNTENÇÃO CORRETIVA MOTO- NIVELADORA	61
ANEXO 4 - PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUNTENÇÃO CORRETIVA RETROESCAVADEIRA 2	62
ANEXO 5 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUNTENÇÃO CORRETIVA REALIZADO POR TERCEIRIZADA TRATOR DE ESTEIRA	63
ANEXO 6 - PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUNTENÇÃO PREVENTIVA MOTONIVELADORA	64
ANEXO 7 - PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUNTENÇÃO PREVENTIVA RETROESCAVADEIRA	68

1. INTRODUÇÃO

A construção civil, assim como a grande maioria das indústrias, necessita de equipamentos e maquinários em geral para sua plena realização e eficácia. Partindo deste princípio, máquinas de construção civil rodoviárias são aplicadas em larga escala e, com essas condições, são solicitadas a resistirem a desgastes, colisões, fissuras, trincas e quaisquer falhas mecânicas provenientes do seu uso, muitas vezes em condições severas de operação. Para que não haja perda de produtividade ou mesmo uma interrupção total na realização de serviços, é de suma importância que exista um plano de manutenção estratégico para atender a demanda e serviços a serem executados (NGI MNT, 2017).

A manutenção, como função estratégica das organizações é responsável direta pela disponibilidade dos ativos, tem importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a gestão de manutenção (OTANI E MACHADO, 2008).

A atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz, ou seja, é necessário reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada (KARDEC & NASCIF, 2009).

Observamos assim, que a organização e o comprometimento dos colaboradores são fundamentais para a oxigenação dos lucros das companhias. O controle estratégico dos programas de manutenção deve ser produtivo para que se extraia das máquinas e equipamentos a maior eficiência, evitando assim pontuais custos e despesas com correções e consertos (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Os planos de manutenção concedem uma cadeia de vantagens para quem os recorre, e desta maneira, haverá um bom prosseguimento das funções exercidas. Os proveitos para a produção serão: segurança melhorada, confiabilidade aumentada, qualidade maior, custos de operação mais baixos, tempo de vida mais longo, valor final mais alto (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2008).

Visto que o objetivo da manutenção mecânica é garantir máquinas e equipamentos em pleno funcionamento, obtendo larga produção sem interrupção, qualidade nos serviços e produtos e a segurança dos empregados, é de grande valia a sua perfeita aplicabilidade em uma empresa, seja ela de pequeno, médio ou grande porte (NGI MNT, 2017).

Em 2013 a situação da manutenção no Brasil, evidenciada através de um documento nacional, retrata que grande parte das empresas brasileiras injetam seus capitais em manutenção

corretiva, que podemos classificar como sendo um primeiro esboço de um plano de manutenção, ao ponto que, avançando a um patamar mais elevado, implementam outros tipos de manutenção estratégica como a manutenção preventiva e preditiva (ABRAMAN, 2013).

Embora tenha uma grande aceitação e faça parte dos planos de ação de inúmeras empresas e indústrias, a manutenção mecânica deve se encaixar perfeitamente ao tipo de serviço e qualidade prestados, dessa forma um estudo embasado deve ser explorado para identificar qual modelo de manutenção estratégica deverá ser adotado (VELOSO, 2015).

O objetivo geral desse trabalho é analisar os impactos dos planos de manutenção de máquinas rodoviárias de construção civil, na produção e desempenho operacionais de uma construtora.

Os objetivos específicos abordados neste projeto serão:

- Identificar através de estudo teórico quais planos de manutenção foram adotados pela empresa;
- Analisar os planos de manutenção individuais utilizados na construtora;
- Conhecer e analisar as vantagens e desvantagens do plano de manutenção subsequente;
- Apontar esquemas de organização e supervisão da manutenção que otimizem o plano de manutenção;
- Atestar a importância do plano de manutenção através de dados que corroboram com sua relevância;

O trabalho é dividido em 5 capítulos: primeiramente uma introdução, fornecendo uma visão geral do trabalho. No segundo capítulo será abordada uma fundamentação teórica, reunindo trabalhos e assuntos para o desenvolvimento deste trabalho. No terceiro capítulo será apresentada a metodologia de trabalho utilizada. No quarto capítulo será abordado os resultados, discussões e sugestões. Por último, o quinto capítulo, tratará da conclusão.

2.0. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse tópico do capítulo será abordado históricos e definições acerca de manutenções, conceitos e um breve parâmetro sobre a situação rodoviária nacional. Dando enfoque também à Engenharia de manutenção, seguindo pelas malhas rodoviárias brasileiras, planos para escoamento de produtos em território nacional e demais relacionamentos diretos.

Também será dada atenção aos fatores que influenciam na produção destes maquinários, dando ênfase aos investimentos que podem acontecer neste setor e o que a falta de planejamento e manutenção podem ocasionar aos equipamentos/maquinários e à obra relacionada.

2.1. HISTÓRIA E DEFINIÇÕES

O conceito atual de manutenção surgiu com a industrialização ocorrida no final do século XIX. Antes desse século, somente eram feitas correções necessárias pela própria equipe de operação (KARDEC & NASCIF, 2009).

A partir da primeira guerra mundial (1914-1918) foi observada a vantagem de ter um quadro de equipes independentes e treinadas para reparações, reduzindo assim os tempos de parada das máquinas avariadas. Esses funcionários também pertenciam à produção, esquema tal que persistiu até meados de 1930 (VELOSO, 2015).

Com o advento da segunda guerra mundial (1939-1945), foram desenvolvidos alguns métodos (embora escassos) de prevenção de falhas, baseados em estatísticas da frequência de avarias similares ocorridas aos maquinários. A partir desses métodos, houveram grandes elevações dos níveis de produtividade, justamente pela redução das paralisações não programadas (VELOSO, 2015).

Com o desenvolvimento da indústria aeronáutica na década de 1940 e com o advento da expansão do uso do computador no século XX, deu-se origem então à Engenharia de Manutenção, responsável pela pesquisa e desenvolvimento de processos e pela aplicação de recursos científicos e modelos matemáticos/estatísticos à essa atividade. Através da tecnologia aplicada, principalmente pelo surgimento de equipamentos eletrônicos, houve possibilidade da melhoria da qualidade e maior confiabilidade no acompanhamento e desempenho de inúmeros equipamentos (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2008)

Conforme a ABNT (1994), a manutenção é definida como sendo o conjunto de todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição desejada. Tal definição, foi primeiramente utilizada em 1975, e regeu de forma pioneira no Brasil planos técnicos de manutenção a serem seguidos e

implementados em território nacional. Obviamente existiam formas e maneiras de manter máquinas e serviços trabalhando de forma contínua e segura, mas desde esse pontapé inicial, gerenciamentos de planos mantenedores estratégicos começaram a ser difundidos (COSTA, 2013).

A expressão manutenção foi originada no vocabulário militar, utilizando o termo para definir parâmetros aceitáveis de aplicação de materiais nas unidades de combate, mantendo seu efetivo (MONCHY, 1987).

De acordo com VELOSO (2015), a manutenção está definitivamente comprometida com a produtividade das empresas e com a qualidade de seus produtos. Além disso, numa postura de redução de custos, a preservação do parque industrial/maquinário passa a ser um item da maior importância.

Essa postura está fazendo com que o perfil do profissional de manutenção esteja mudando. A visão de que um bom técnico deveria ser especialista está dando lugar ao treinamento de profissionais polivalentes, as tecnologias implicam em uma competência técnica multifuncional e que, principalmente, os especialistas de conhecimento restrito tendem a desaparecer (COSTA, 2013).

2.2 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Conforme VELOSO (2015), engenharia de manutenção executa o planejamento e gerenciamento de equipamentos e sistemas em operação, de modo a mantê-los atendendo aos objetivos a que se destinam, dentro dos requisitos de qualidade e disponibilidade preestabelecidos e dentro de custos compatíveis. Suas principais funções são: desenvolver estudos voltados para a aplicação das políticas e diretrizes de manutenção, analisar e propor soluções para problemas que afetem a confiabilidade, a manutenibilidade e a qualidade dos equipamentos e sistemas, registrar e analisar custos de manutenção, outras tarefas que demandem atuação especializada.

Os atendimentos desses objetivos cabem aos gestores imersos neste plano, através da integração e do uso adequado de recursos disponíveis. Assim e somente assim, a manutenção deixará de ser vista apenas como apoio à produção e passará a atuar nas decisões estratégicas da empresa, participando diretamente nos lucros e custos da mesma (KARDEC & NASCIF, 2009).

A manutenção há muito passou a influir no ambiente de trabalho, atuando no projeto de processos e equipamentos e participando da busca pela facilitação e operação de reparos através

de um layout adequado, assegurando níveis elevados de confiabilidade e produtividade (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2008).

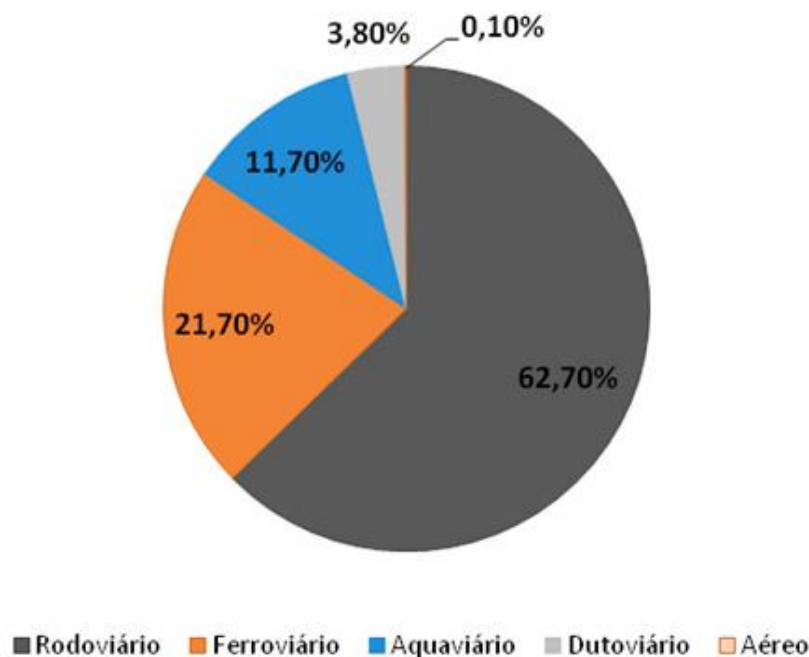
Os profissionais envolvidos nas práticas e planejamentos de manutenção, deixaram de ser meros coadjuvantes para assumir funções multidisciplinares, atuando cada vez mais na área de engenharia e inteligência das empresas, tendo sua importância cada vez mais acentuada no êxito dos processos e organizações (COSTA, 2013).

2.3 INFRA-ESTRUTURA RODOVIÁRIA BRASILEIRA, INVESTIMENTOS E EMPREITEIRAS/CONSTRUTORAS

No Brasil, cerca de 63% das cargas deslocadas são realizadas por transporte rodoviário. Embora o governo venha investindo e aumentando as outras vias de transporte, as rodovias ainda são a via de escape para o escoamento de produtos do extremo sul ao extremo norte do país (IPEA, 2010).

Segundos dados de pesquisas realizadas pelo ILOS (2011), o transporte rodoviário ainda é responsável por quase 63% do TKU (toneladas por quilômetro útil) movimentado no País, tendo transportado, em 2008, mais de 770 bilhões de TKU, volume 14% superior ao registrado em 2006.

Gráfico 1 – Matriz de transportes do Brasil



Fonte: ILOS (2010).

O grande volume movimentado e o fato de ser um dos modais com preço unitário mais elevado – perdendo apenas para o aéreo – fazem com que o transporte rodoviário de cargas tenha ampla representatividade nos custos logísticos do País. Em 2008, os gastos com a movimentação de carga pelas rodovias brasileiras foram de R\$ 164,5 bilhões, ou 5,7% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro (ILOS, 2010).

Uma enorme vantagem das rodovias no nosso país é que elas conseguem cruzar o território nacional de ponta a ponta, diferente das ferrovias e hidrovias (Rios e Mar). Ainda assim, cerca de 90% de executivos e empresários de logística do Brasil reclamam da má conservação das rodovias (CNT, 2010).

A malha rodoviária brasileira possui hoje, em torno de 1,6 milhão de quilômetros, dentro desta quilometragem contam-se as estradas pavimentadas e não pavimentadas. Mais da metade dessas estradas concentram-se nas regiões sul e sudeste, não à toa, cerca de 73% do PIB do país se concentra nessa região (ILOS, 2010).

Segundo o Ministério dos Transportes do Governo Brasileiro, destes 1,6 milhão de quilômetros, 1,3 milhão de quilômetros em rodovias pertencem aos Municípios e o restante sendo divididos por governos Federal e Estaduais – 76 mil e 220 mil quilômetros respectivamente (CNT, 2010).

Figura 2 – Mapa das rodovias federais do Brasil



Fonte: Ministério dos transportes brasileiro (2011).

Conforme VALENTE (2013, cap. 2, p. 91)

“O transporte rodoviário de cargas, no Brasil, só é competitivo com os modais aquaviário e ferroviário porque pratica o aviltamento do frete, motivado pela necessidade de sobrevivência dos caminhoneiros autônomos, pela insuficiente regulamentação da atividade e pelo também insuficiente rigor no controle do peso por eixo dos caminhões que circulam nas malhas estaduais e federal”.

Reflexos das más gestões fizeram o Brasil optar imprudentemente e quase exclusivamente por transportes rodoviários. O custo da manutenção de ferrovias e hidrovias é muito pequeno em relação ao custo de manutenção das rodovias. Temos uma das malhas rodoviárias mais extensas do planeta e também uma das menores pavimentações proporcionais, apenas 13% das nossas rodovias são asfaltadas, o que acaba dificultando o escoamento parcial de muitas cargas (CNT, 2010).

Para efeito de comparação com outros países de extensas malhas rodoviárias, temos por exemplo os Estados Unidos, país com características territoriais semelhantes, cortado por 4,37 milhões de km de rodovias pavimentadas, malha 20 vezes maior do que a brasileira. A Índia, mesmo tendo um terço do território brasileiro, possui uma malha rodoviária pavimentada sete vezes maior do que a do Brasil (ILOS, 2010).

Estudos da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2010) apontam que o estado geral das rodovias do País é deficiente. Mais da metade dos trechos avaliados estão em mau estado de conservação. Asfalto de má qualidade, falhas de construção, falta de conservação e o excesso de peso dos caminhões são alguns dos fatores que afetam as condições das rodovias nacionais.

Segundo estimativa da CNT (2018), o Brasil precisa de R\$ 1,7 trilhão de investimento mínimo para resolver os problemas infra estruturais do transporte do país e torná-lo mais eficiente, resultando em um impacto positivo para a economia. Pelo estudo, o País precisaria de R\$ 566,6 bilhões para investimento no transporte rodoviário, divididos entre a construção de novas malhas e recuperação das existentes.

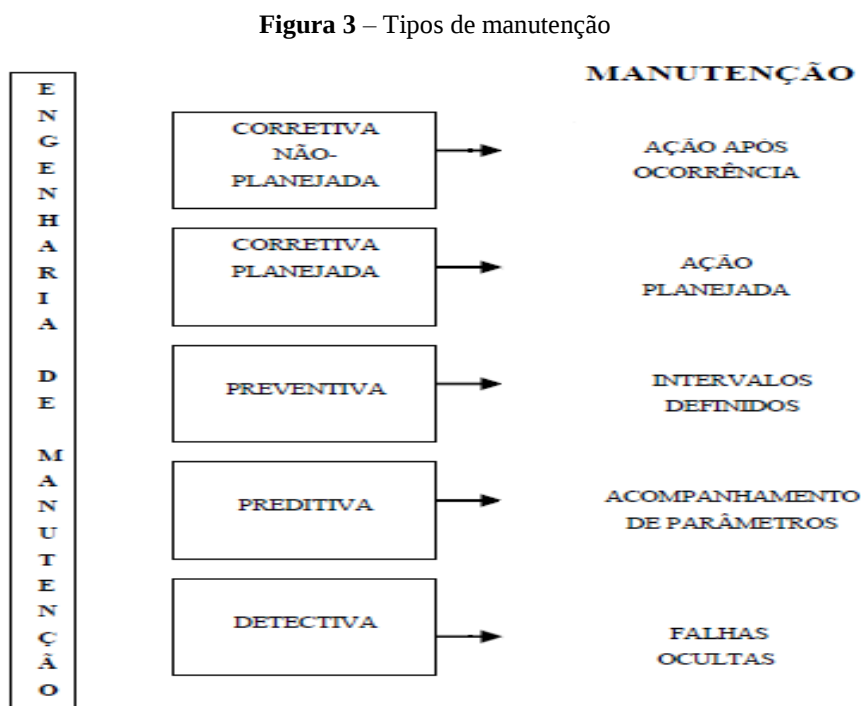
Tais investimentos são de extrema importância, pois ajudariam a amenizar a situação ruim das estradas, melhoraria o escoamento de produtos e serviços, injetaria dinheiro na iniciativa privada e faria assim a roda da economia girar. Isso nos remete então as empreiteiras e construtoras civis, que através do seu maquinário de construção rodoviário vão fazer a manutenção e construir novas rodovias interligando o território nacional (ILOS, 2010).

Para que projetos de tamanha grandiosidade e investimento tenham sucesso na sua realização, o maquinário de construção deve ser suficiente para atender a demanda construtiva solicitada. Muitas empreiteiras e construtoras colocam-se em situações complicadas como atraso ou não entrega de obras justamente pela falta de equipamentos adequados e/ou por falta de manutenção apropriada para o maquinário (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2008).

A falta de manutenção ou a manutenção de baixa qualidade geram no aparato, quebras de peças importantes, falhas que podem gerar falta de segurança, mau funcionamento do regime de trabalho da máquina e esse efeito cascata ocasionado por uma manutenção deficiente gera desperdício de recursos, baixa produtividade, baixa confiabilidade do mercado, manutenção e execução de pavimentação de forma equivocada e na pior das hipóteses, a não entrega da obra (COSTA, 2013).

2.4. TIPOS DE MANUTENÇÃO

Basicamente existem 4 tipos de manutenção aplicáveis à modo comum, conforme indicado na figura 3, caracterizadas pela forma de intervenção adotadas. Neste estudo, abordaremos de maneira simples e enfática as manutenções corretivas (subdivididas em: não planejada e planejada), manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção detectiva, além de 3 manutenções contemporâneas difundidas com o advento da tecnologia (COSTA, 2013).



Fonte: KARDEK E NASCIF (2009).

2.4.1. MANUTENÇÃO CORRETIVA

Dentre as formas de manutenção aplicáveis, a manutenção corretiva é a mais simples e também a mais exordial. Uma manutenção de correção significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido (SLACK, 2002).

Pode ser dividida em duas classes: não-planejada e planejada. A manutenção corretiva não-planejada caracteriza-se pela atuação das equipes de manutenção em fatos que já ocorreram. Não há tempo para a preparação nem planejamento; a manutenção corretiva não-planejada é a correção da falha de modo aleatório a fim de evitar outras consequências (CASTELLA 2001).

Na manutenção corretiva planejada, tem-se uma falha ou condição anormal de operação de um equipamento e a correção depende de decisão gerencial. A decisão de adotar essa manutenção programada deve ter como base inúmeros fatores, alguns deles podem ser: Negociar a parada de processo produtivo com a equipe envolvida, fator segurança, melhor planejamento dos serviços, garantia de estoque de ferramentas e peças sobressalentes, contratação de serviços. Essa manutenção possibilita o planejamento dos recursos necessários para sua execução, uma vez que a falha é esperada (MUASSAB, 2002).

Segundo ABRAMAN (2013), a maior parte dos investimentos com manutenção do país concentram-se nas manutenções corretivas, por classificarem equivocadamente a mesma como mais acessível em relação a gastos do que a detecção de falhas/problemas.

Se a equipe não tiver preparada para a correção do problema, os custos então podem aumentar significativamente, pois a linha de produção estará pausada, ocasionando uma reação em cadeia na falta de geração e ativos. Em tese, a manutenção corretiva custa 3 vezes mais que um reparo programado preventivamente (VELOSO, 2015).

2.4.2. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Conforme a ABNT (1994), manutenção preventiva é a “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

A manutenção preventiva é prever a falha do equipamento antes que a mesma aconteça. É realizada em equipamentos que não estejam parados por falha ou por quebra. Caracteriza-se pelo trabalho sistemático para evitar a ocorrência de falhas procurando a sua prevenção, mantendo um controle contínuo sobre o equipamento. A manutenção preventiva é considerada

como o ponto de apoio das atividades de manutenção, envolvendo tarefas sistemáticas tais como: as inspeções, substituição de peças e reformas (PATTON JR., 1983).

2.4.3. MANUTENÇÃO PREDITIVA

É o controle dos esforços e desgastes dos componentes por medições periódicas de parâmetros físico-químicos, sendo esses itens substituídos ou revisados quando os valores médios ultrapassarem determinados limites. Esse esquema está baseado principalmente na análise de vibrações, ferrografia e análise de óleos (VELOSO, 2015).

A análise de vibrações permite, numa primeira etapa, a detecção de anormalidades e de sua severidade, sem definir as causas. A decomposição do sinal por meio de métodos matemáticos permitirá conhecer os diversos esforços e tensões atuantes, permitindo, em alguns casos, definir algumas possibilidades de causa (PATTON JR., 1983).

Segundo SCHIO (2011), a ferrografia é uma técnica laboratorial de manutenção preditiva para o monitoramento e diagnose de condições dos componentes das máquinas (embora existam inúmeras outras aplicações, como desenvolvimento de materiais e lubrificantes). A partir da quantificação e análise da formação das partículas de desgaste (limalhas), encontradas em amostras de lubrificantes, determinam-se: tipos de desgaste, contaminantes, desempenho do lubrificante, etc.

A tendência atual envolve a chamada manutenção proativa, que identifica e evita as condições de falha e degradação, permitindo intervenções corretivas ligadas às causas reais das falhas e não a seus sintomas (SLACK, 2002).

Entre as diferenças da manutenção corretiva e preditiva, ALMEIDA (2000, p. 4) destaca que

“talvez a diferença mais importante entre manutenção reativa e preditiva seja a capacidade de se programar o reparo quando ele terá o menor impacto sobre a produção. O tempo de produção perdido como resultado de manutenção reativa é substancial e raramente pode ser recuperado. A maioria das plantas industriais, durante períodos de produção de pico, operam 24 horas por dia. Portanto, o tempo perdido de produção não pode ser recuperado.”

2.4.4. MANUTENÇÃO DETECTIVA

Manutenção efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis às equipes de operação e manutenção (CASTELLA, 2001).

A manutenção detectiva é de extrema importância, principalmente nos dias de hoje onde há uma grande leva de automação dentro das indústrias/empresas, onde esse processo não admite falhas para não quebrar a cadeia de produção que é extremamente complexa (ALMEIDA, 2000).

2.4.5. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

Filosofia desenvolvida no Japão durante os anos 60-70 como apoio do sistema “just in time” de produção, que faz parte do escopo da filosofia de gestão total de qualidade. Busca envolver toda a equipe nas atividades, em lugar de manter a tradicional separação entre produção e manutenção. Assim, todos são responsáveis pela manutenção do equipamento (COSTA, 2013).

Essa filosofia concentra-se nos principais tipos de avarias que podem ocorrer, atuando de modo a atingir alguns objetivos básicos: maximizar a eficiência e utilização do equipamento, desenvolver um sistema proativo de manutenção preventiva para todo ciclo de vida do equipamento, envolver todas as funções da empresa que planejam, especificam ou utilizam o equipamento na implantação das diretrizes e ferramentas de manutenção, promover a melhoria do desempenho através da utilização de pequenas equipes autônomas (VELOSO, 2015).

Partindo desses objetivos básicos, a tendência atual da TPM tem como base cinco pilares principais, que deveriam ser seguidas à risca para uma boa gestão dentro de uma empresa: Eliminação de desperdícios, manutenção planejada (executada pelos técnicos); manutenção feita pelos operadores; formação e treinamento de todos os colaboradores; passagem das melhorias para o projeto das novas máquinas (VELOSO, 2015).

2.4.6. MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE (RCM)

Trata-se de um conceito criado no final dos anos 70 por Stanley Nowlan e Howard Heap, que tem, entre outros, os seguintes objetivos segundo VELOSO (2015):

- Preservar condições operacionais do equipamento;
- Manter os padrões de desempenho e disponibilidade após correção de falhas;
- Minimizar custos através da redução de intervenções investigativas, onde for possível;
- Intervir em função de efeitos e consequências;
- Documentar as análises e intervenções;

O método prevê a subdivisão dos sistemas em conjuntos menores e mais simples, analisando causas potenciais de falhas em cada um deles. Essas falhas possíveis são então

classificadas conforme sua criticidade, elaborando-se planos para tratamento e minimização de seus efeitos (VELOSO, 2015).

“A RCM revolucionou o modo de avaliar a manutenção e o desempenho de equipamentos, questionando diversos conceitos estabelecidos no período de 1940 a 1970” VELOSO (2015, p.75).

Diferentemente de outras metodologias, a RCM busca direcionar e replanejar a manutenção de uma área/equipamento específico ou da empresa como um todo, e é a própria empresa que vai dizer qual o nível de serviço que deseja ou que considera aceitável para seus equipamentos, de acordo com especificações de projeto, custo x benefício, custo e impacto de falhas, entre outros (SOUZA & LIMA, 2003).

O RCM permite a empresa que o adote garantir a confiabilidade da operação, aumentando a vida útil dos seus equipamentos, melhorando o desempenho dos mesmos, proporcionando que a equipe de planejamento tome decisões mais acertadas em relação aos planos de manutenção e melhora acima de tudo da segurança (COSTA, 2013).

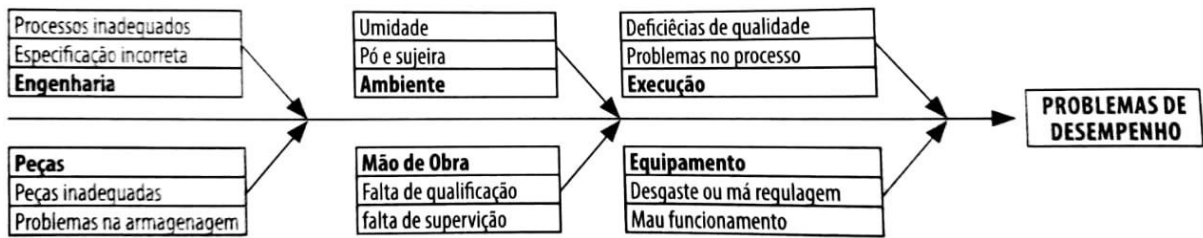
2.4.7 MANUTENÇÃO LEAN OU ENXUTA (LCM)

Trata-se de uma solução desenvolvida na indústria japonesa (Toyota) a partir dos anos 70, sendo uma evolução dos conceitos de Lean Thinking, que é uma filosofia de gestão empresarial que utiliza um conjunto de métodos e ferramentas voltados para a eliminação dos desperdícios e a geração de um fluxo contínuo voltado para a criação de valor, através de uma abordagem focada na participação de todos e na constante melhoria da eficiência do equipamento (VELOSO, 2015).

Ainda segundo VELOSO (2015) as análises desses conceitos expostos no Lean Thinking envolvem:

- Mapeamento da corrente, através do qual é mostrado o percurso de um serviço ao longo de toda a cadeia de valor. Inclui a avaliação da situação atual e a melhoria.
- Matriz de competências;
- Diagrama de causa e efeito, como mostrado na figura 4.

Figura 4 – Espinha de peixe de Ishikawa



Fonte: VELOSO (2015).

2.5 VISÃO ESTRATÉGICA ATUAL

A necessidade de implantação de processos de atualização é de extrema relevância para uma empresa. A participação dos gestores passou a ser voltada para a formação de uma rede integrada de trabalho, para obtenção de uma melhoria contínua dos resultados (VELOSO, 2015).

A participação da manutenção nesse processo de atualização tecnológica decorre, entre outros fatores, da necessidade de se dominar o conhecimento dos desempenhos dos ativos, determinando o conhecimento dos componentes maquinários e seu funcionamento (COSTA, 2013).

Ainda segundo VELOSO (2015), a atuação da manutenção no processo de integração de uma empresa é fundamental, tendo em vista o enfoque no desenvolvimento de soluções voltadas para:

- A preservação das funções operacionais;
- A facilidade de percepção de queda do desempenho operacional;
- A facilidade de reparação dos equipamentos;
- A mitigação dos efeitos de uma eventual falha;

Neste foco, a prevenção de falhas, a reparação, a sustentabilidade e a relação entre ações serão focos principais do projeto, uma vez que os planejamentos embasados em pilares de gestão de manutenção estratégica buscam garantir a continuidade das funções produtivas dos equipamentos/máquinas envolvidos (SOUZA & LIMA, 2003).

Tais questões nos remontam às gestões de ativos dentro da empresa, buscando sempre uma melhor forma de planejar e evitar ao máximo desperdício de recursos que poderiam ser empregados de maneira mais satisfatória em outras áreas (COSTA, 2013).

2.6 GESTÃO HUMANA GERENCIAL NA MANUTENÇÃO

A estratégia de manutenção deve ser decidida pelos gestores e implementadores dos planos de manutenção, fazendo uma equiparação do desempenho atual da empresa com o desempenho a ser alcançado (SLACK, 2002).

Segundo SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON (2008), a técnica traçada deverá andar em paralelo com as metas de produção desejáveis, entrando em acordo com aspectos cruciais e decisivos para a vida sadia de uma empresa, dentre eles: o aumento do número de máquinas em produção, confiabilidade nos equipamentos, aumento de ativos da empresa, diminuição dos gastos, confiabilidade dos funcionários no plano estratégico, segurança no ambiente de trabalho, decisões convictas.

De acordo com SOUZA, GOMES, FERNANDES (2004)

“Um profissional de manutenção qualificado e bem equipado é fundamental para que uma empresa consiga atingir seus objetivos, obter qualidade nos seus produtos e ter prestígio no mercado. Além disso o sucesso ou fracasso de uma empresa depende do trabalho de equipe de seus colaboradores em qualquer atividade. Na manutenção este fator é mais do que crítico, tanto internamente entre seus membros, quanto entre o seu relacionamento com a área de operação”.

Outra situação de extrema importância é fazer com que a operação dos equipamentos e a manutenção dos mesmos caminhem juntos, pois o primeiro passo para uma boa manutenção é o operador da máquina, ele é olhos, tato e ouvidos do mantenedor (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

O engajamento humano na organização é fundamental para se obter uma vantagem competitiva no mercado de trabalho. Profissionais que estejam comprometidos com os resultados da empresa trarão frutos. A manutenção depende cada vez mais dos seus colaboradores, da quebra da monotonia, dos paradigmas, para assim encarar novos desafios à frente (VELOSO, 2015).

É de extrema importância que o gestor de manutenção tenha ciência da sua relevância dentro da empresa, é através do seu conhecimento que se gera lucro ou perdas, maior ou menor produtividade no ambiente de trabalho (COSTA, 2013).

2.7 DIFERENÇAS NAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO

Nos tópicos anteriores foram dissertados 4 tipos principais de manutenção e as novas tendências de mercado exploradas pelo mundo. De uma maneira generalizada, grande parte das indústrias e empresas se baseiam nessas políticas mantenedoras e levam em conta qual irá melhor definir a conjuntura atual da mesma. Vale ressaltar que é de suma importância conhecer cada tipo de manutenção que irá ser adotada, entendendo sempre quais serão suas vantagens e desvantagens e o que se alinha com as metas e objetivos da corporação (VELOSO, 2015).

Segundo CASTELLA (2001), a escolha por uma política de manutenção corretiva não-planejada, acaba deixando a empresa refém de um sistema aleatório, com muitas falhas e ineficiências, podendo ocasionar: imobilização do maquinário, alto custo de reparo, perda de peças importantes para o bom funcionamento do equipamento, falhas na segurança de máquinas, equipamentos e funcionários.

Em contrapartida, existem inúmeras vantagens da escolha da manutenção corretiva planejada sobre a não-planejada, dentre elas: serviço sempre mais barato, mais rápido, mais seguro e maior qualidade (KARDEC & NASCIF, 2009).

Ainda segundo KARDEC & NASCIF (2009) outros fatores podem advir a corroborar com a sentença de que o planejamento é bem mais vantajoso, como: possibilidade de compatibilizar a necessidade da intervenção com os interesses da produção, aspectos relacionados com a segurança, melhor planejamento dos serviços de manutenção, garantia da existência de sobressalentes, equipamentos e ferramental, existência de recursos humanos com a tecnologia necessária para a execução dos serviços e em quantidade suficiente, mesmo que com terceirização.

A manutenção preventiva é largamente usada em processos e gerenciamentos em que a falha é zero ou perto de zero, onde há um planejamento através de planos de manutenção para que aspectos como segurança, trabalhabilidade e produção sejam respeitados (KARDEC & NASCIF, 2009).

A Manutenção preditiva consegue reduzir bruscamente os seus custos com baixa interferência na produtividade, aumentando assim as horas operadas do maquinário e uma maior segurança quanto maior a sua tecnologia aplicada. O entrave nesse tipo de manutenção é que os maquinários, sistemas e instalações devem permitir o monitoramento através de sistemas eletrônicos, o que acaba tornando a implantação do sistema mais cara que as convencionais (Corretivas, Preventiva), porém o acompanhamento de falhas e outras progressões acabam sendo melhor monitoradas (ALMEIDA, 2000).

A manutenção detectiva aponta falhas não detectadas pelos profissionais e sistemas de manutenção, conferindo assim uma boa confiabilidade. Uma enorme vantagem desse sistema é que é possível apontar falhas e corrigir as mesmas sem desmontar o sistema. É mais usado em sistemas complexos, como sistemas eletrônicos de segurança e automações mecânicas (CASTELLA, 2001).

O conglomerado de sistemas, planos e estratégias de manutenção encontram-se dentro da Engenharia de Manutenção. O termo em si remete a uma concepção difícil de ser seguida, pois requer uma adaptação dos planos estruturais da indústria/empresa, mas que seguidas elevam o patamar da manutenção de eficiente para enfim eficaz (VELOSO, 2015).

2.8 A SITUAÇÃO DA MANUTENÇÃO NO BRASIL

A respeito dessas tendências em se utilizar sistemas estratégicos, a ABRAMAN (2013), através de seus relatórios anuais, mostra a evolução no Brasil dos planos de manutenção usados para a melhora dos desempenhos operacionais.

No ano de 2013, a ABRAMAN recebeu 151 questionários sobre manutenção referentes a vários setores da economia. Dos 20 setores selecionados, os 6 setores mostrados na tabela 1 corresponderam por 55% dos relatórios recebidos.

Tabela 1 – Questionários de manutenção referentes aos setores da economia

SETORES	QUANTIDADE
PETRÓLEO	24
PRESTAÇÃO DE SERVIÇO	18
ENERGIA ELÉTRICA	15
AUTOMOTIVO	9
INDUSTRIAL	9
METALÚRGICO	8
TOTAL	83

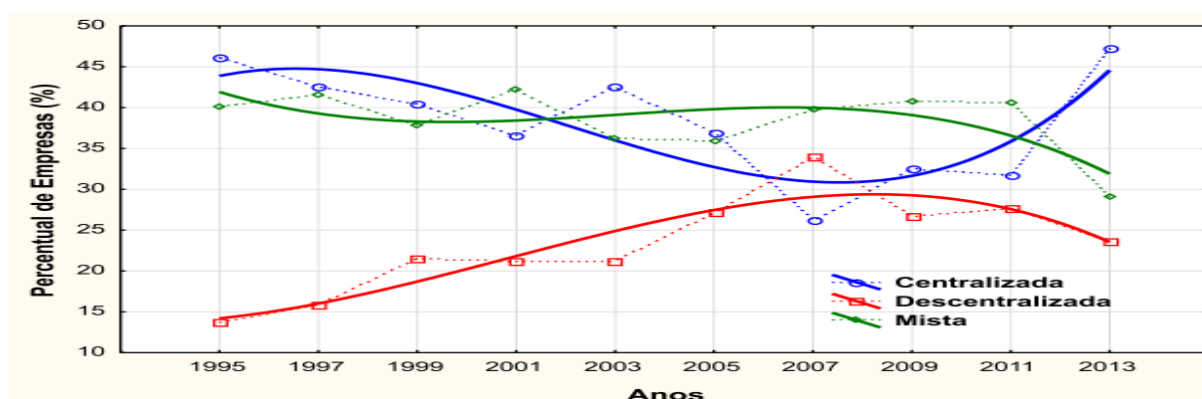
Fonte: Adaptado de: Abramam (2013).

A partir destes questionários, fica caracterizado as formas de manutenção e quais tipos de manutenção estão sendo utilizadas no país conforme tabela 2 e gráfico 5 (ABRAMAN, 2013):

Tabela 2 – Forma de atuação da manutenção através dos anos

FORMA DE ATUAÇÃO DA MANUTENÇÃO	%						
	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013
CENTRALIZADA	36,62	42,52	36,14	26,28	32,59	31,72	47,3
DESCENTRALIZADA	21,13	21,26	27,2	33,97	26,67	27,59	23,65
MISTA	42,25	36,22	35,96	39,75	40,74	40,69	29,05

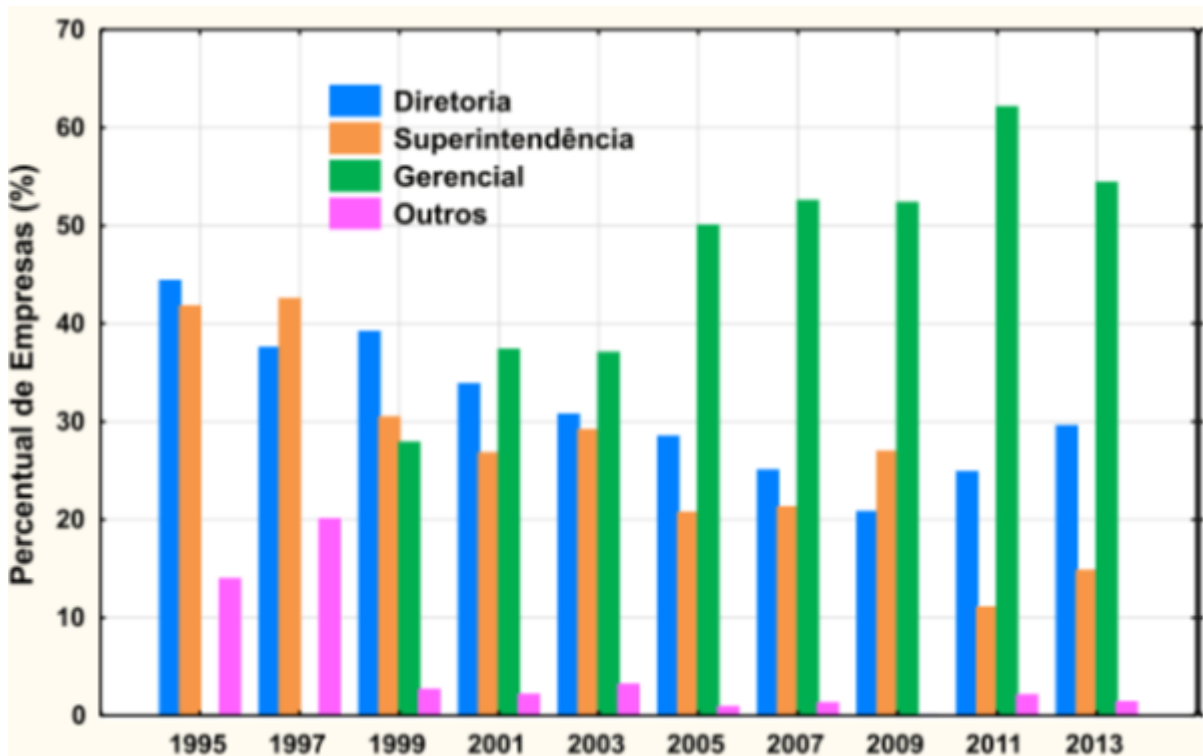
Fonte: Adaptado de: ABRAMAN (2013).

Gráfico 5 – Forma de atuação centralizada, descentralizada e mista

Fonte: Adaptado de: ABRAMAN (2013).

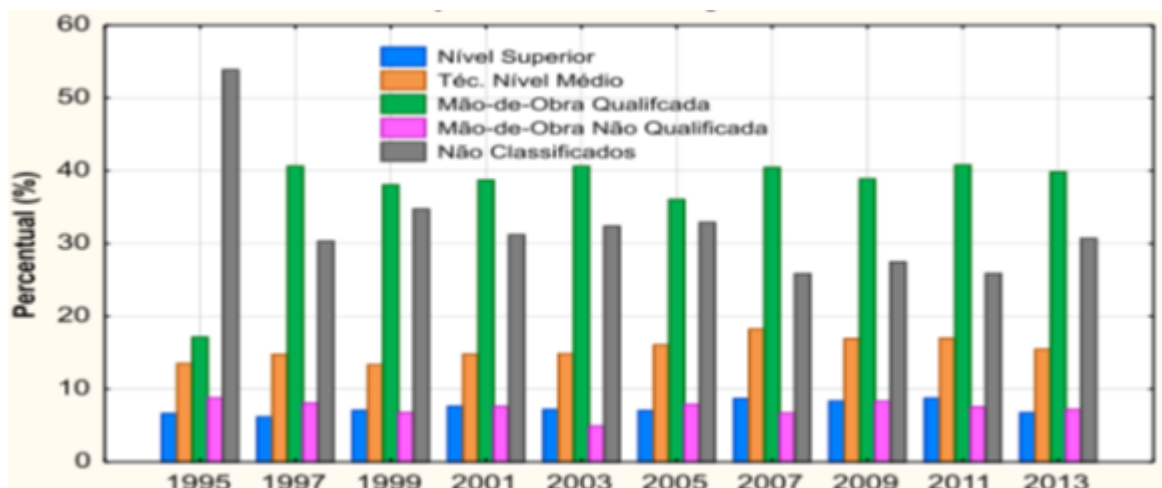
Podemos observar então que a maior parte da manutenção ocorre sempre de forma centralizada, ou seja, com a manutenção ocorrendo dentro da empresa/indústria, terceirizando pontuais manutenções. Houve um crescente enorme em relação aos planos estratégicos de manutenção e as estratégias adotadas por gerentes mantenedores (ABRAMAN, 2013).

No gráfico 6 a seguir, observamos um crescimento vertiginoso da parte gerencial de manutenção:

Gráfico 6 – Níveis hierárquicos na manutenção

Fonte: Adaptado de: ABRAMAN (2013).

Com o passar dos anos, a mão de obra qualificada também foi crescendo em ritmo acelerado, conforme gráfico 7:

Gráfico 7 – Pessoal próprio de manutenção

Fonte: Adaptado de: ABRAMAN (2013).

A aplicação de recursos em manutenção também foi mensurada, de tal forma que observamos que no ano de 2013 a fatia de 55% das empresas, aplicaram 36,55% dos recursos em manutenção preventiva, conforme tabela 3 a seguir (ABRAMAN, 2013):

Tabela 3 – Aplicação de recursos na manutenção

APLICAÇÃO DOS RECURSOS NA MANUTENÇÃO				
%				
ANO	MANUTENÇÃO CORRETIVA	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	MANUTENÇÃO PREDITIVA	OUTROS
2013	30,86	36,55	18,82	13,77
2011	27,4	37,17	18,51	16,92
2009	26,69	40,41	17,81	15,09
2007	25,61	38,78	17,09	18,51
2005	32,11	39,03	16,48	12,38
2003	29,98	35,49	17,76	16,77
2001	28,05	35,67	18,87	17,41

Fonte: Adaptado de: ABRAMAN (2013).

Os custos da manutenção no Brasil no ano de 2012 giraram em torno de 4,69% do PIB, enquanto no ano base 2010 os custos com manutenção acabaram sendo menores pois houveram menos manutenções corretivas no mesmo período, conforme mostra a tabela 4 (ABRAMAN, 2013):

Tabela 4 – Custo da manutenção no Brasil

ANO	ANO BASE	PIB (MILHÕES DE R\$)	CUSTO (MILHÕES DE R\$)
2013	2012	R\$ 4.403.000,00	R\$ 206.500,700
2011	2010	R\$ 3.675.000,00	R\$ 145.162,500
2009	2008	R\$ 2.900.000,00	R\$ 120.060,000
2007	2006	R\$ 2.322.000,00	R\$ 90.325,800
2005	2004	R\$ 1.769.202,00	R\$ 72.537,282
2003	2002	R\$ 1.346.028,00	R\$ 57.475,396
2001	2000	R\$ 1.101.255,00	R\$ 49.226,099

Fonte: Adaptado de: ABRAMAN (2013).

Através destes dados observamos a real situação da manutenção no país e deles conseguimos extrair certas informações que corroboram com os dados já explanados à cerca das vantagens e desvantagens de cada tipo de manutenção (ABRAMAN, 2013).

Quanto maior o planejamento, menos custos e maior eficiência teremos na nossa manutenção. A estratégia e organização são fundamentais para o bom andamento de uma empresa, seja pelos ativos e lucros, seja pelo ganho de produtividade (VELOSO, 2015).

2.9 MÁQUINAS DE CONSTRUÇÃO RODOVIÁRIAS E SUA PRODUÇÃO

Existem inúmeros fatores que podem influenciar a produção de uma máquina de construção civil, seja ela uma niveladora, carregadeira ou mesmo um caminhão pipa. Devemos levar em consideração, dentre esses fatores: capacidade do equipamento e habilidade do operador, custos disponíveis (em orçamento e pela empresa), condições climáticas, tipo de terreno de suporte, categoria do material trabalhado, volume a ser movido, distância de transporte, condições de trabalho do maquinário, manutenções regulares (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

O bom conhecimento prévio da construção tende a aumentar as chances de sucesso e eficiência da obra, não existem obras iguais, todas têm sua particularidade e estar à par das suas singularidades pode auxiliar ao êxito (VELOSO, 2015).

O conhecimento de carga e trabalho do maquinário também é de importância singular, desta forma o operador não colocará em risco um equipamento sobrecarregando o mesmo, pois a sobrecarga leva a quebra do equipamento ou sendo mais otimista, diminui a sua vida útil e horas trabalhadas (COSTA, 2013).

Quanto à locomoção das máquinas na obra, existem critérios básicos a considerar, pois influenciarão diretamente na produção, como: resistência da máquina ao Rolamento, que é a força que o pneu ou a esteira opõem ao deslocamento do maquinário (R_{ro}), força de resistência exercida pelo piso contra as rodas ou esteira, força mínima a ser vencida para o equipamento mover-se, condições do solo, atritos internos, penetração na superfície do solo, peso das rodas/esteira, resistência de rampa, que é a força que se opõe em uma ladeira (R_{ra}), ascendência (+) – força resistente, descendência (-) – força auxiliar; assistência de rampa, resistência de inércia, resistência do ar (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Outros fatores primordiais que devemos considerar para que a máquina entre em produção/movimento: Potência necessária para impulsionar a máquina, potência disponível, força de tração disponível na máquina, relação tração e velocidade do equipamento e a potência utilizável, sendo que a potência utilizável é a máxima potência que se extrai do sistema, influenciada pela aderência e pela altitude (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

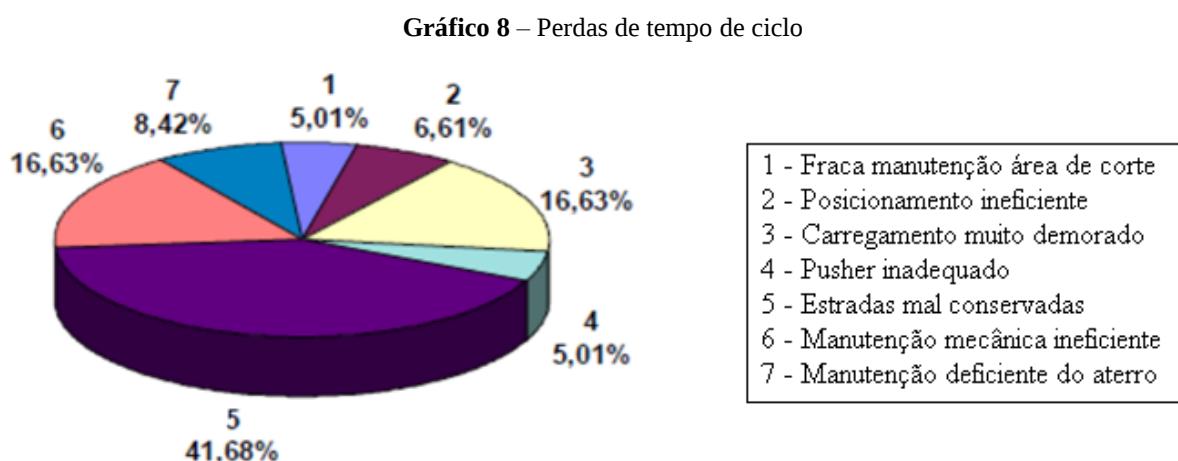
2.9.1 PRODUÇÃO DE MAQUINÁRIO RODOVIÁRIO DE TERRAPLANAGEM

A produção em terraplanagem não é uma técnica precisa, requer muita experiência e sofre influência, efetivamente de 3 fatores: o tempo, o material escavo/transportado e a eficiência. O tempo podemos medir de forma cronológica; o material deve ser conhecido na jazida e mensurado qual volume vai ser extraído/transportado; e a eficiência é conhecida através das especificações do equipamento/maquinário (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Para melhorar a produtividade de um equipamento rodoviário de terraplanagem, devemos nos atentar ao fator tempo. Existem duas maneiras de eliminar perda de tempo de ciclo segundo De Souza & Catalini (2007):

- Tempo fixo:
 1. Eliminando tempo de espera no corte;
 2. Utilizando escarificadores para arar o solo;
- Tempo variável:
 1. Planejando os caminhos de serviço;
 2. Conservando o leito estradal;

Existem diferentes motivos para perdas de tempo de ciclo de trabalho de maquinários de terraplanagem, dentre tais perdas, existem basicamente 7 causas principais, mostradas no gráfico 8 (DE SOUZA & CATALINI, 2007):



Fonte: Adaptado de DE SOUZA & CATALINI (2007).

Observe que no item anterior que uma ineficiente manutenção mecânica implica em 16,63% da perda de tempo de ciclo. Isso nos indica que uma manutenção eficaz acabaria trazendo mais produtividade aos equipamentos, consequentemente agregaria nos lucros e ganhos da empresa (VELOSO, 2015).

Diversos fatores, acima citados, interferem diretamente na produtividade do maquinário, mas a condição de operação humana tem fundamental importância no fator eficiência. Da interferência humana nas perdas de tempo de ciclo podemos destacar (DE SOUZA & CATALINI, 2007): a experiência do operador, os atrasos pessoais, atrasos provocados por erros no plano de trabalho, falha em consertos e ajustes na máquina.

A partir do conhecimento adquirido sobre as perdas de tempo de ciclo, notamos que o método de produção, condições tempo e clima, interferência humana, planos estratégicos de manutenção e etc., podem amenizar déficits de tempo. Tais condições irão servir para ajustar a produção a um determinado trabalho e às condições locais variando conforme o material ou a máquina (COSTA, 2013).

2.9.2. GRUPOS DE MÁQUINAS RODOVIÁRIOS

As máquinas rodoviárias podem ser divididas em 3 grupos principais: Unidades escavo-empurradoras (figura 9), unidades retroescavadeiras (figura 10) e unidades escavo-transportadoras (figura 11). Estes equipamentos são de elevada importância para o bom andamento de obras de terraplanagem, pavimentações e manutenção de vias público-privadas (VELOSO, 2015).

As unidades escavo-empurradoras têm a capacidade da lâmina calculada através do volume da mesma ou facilmente tomada pelos manuais. O tempo de ciclo pode ser tomado como média, pois o maquinário faz várias etapas numa mesma operação: Escavação ou corte (altera o fator de eficiência “E” devido à aderência), transporte ou empurramento (atrito de escorregamento da massa de material) e o retorno da máquina sem carga (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Figura 9 - Unidade escavo-empurradora de rodas



Fonte: Caterpillar do Brasil (2018).

O tempo de manobras é o mais suscetível a interferências externas nesse tipo de maquinário, o que contará primordialmente com a habilidade do operador da máquina, a distância entre os equipamentos, o rendimento do equipamento, condições estradais, distância entre ciclos, tráfego estradal e etc. O fator de carga da caçamba está diretamente ligado a natureza do material carregado e a interferência pela força de desagregação do equipamento ou pela presença de dentes na borda da caçamba (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

As unidades escavadeiras partilham dos mesmos parâmetros de produção efetivas que as unidades escavo-empurradoras, diferenciando apenas em alguns aspectos ímpares, dentre eles o tempo de ciclo, que segundo De Souza & Catalini (2007) são:

- A carga da caçamba;
- O giro da máquina carregada;
- A descarga do material;
- O giro da máquina descarregada;
- Altura pequena de corte + caçamba de grande capacidade;
- Enchimento parcial da caçamba;
- Repetição da operação de corte;
- Altura grande de corte + caçamba de baixa capacidade;

- Tendência à perda do material escavado e carregado;
- Nova operação de carga.

Figura 10 – Unidade retroescavadeira de rodas



Fonte: Caterpillar do Brasil (2018).

Já as unidades escavo-transportadoras envolvem as operações de escavação, carga, transporte, descarga, manobra e retorno, sendo assim necessário decompor o trajeto em que irá percorrer em segmentos. O tempo fixo sofrerá algumas interferências, justamente pelo tipo de equipamento, compactidade/compactação do solo, fatores de rolamento e fatores de rampa (VELOSO, 2015).

Esse tipo de máquina necessita de condições ideais para atuar, requerendo sempre um plano de ação para que haja sincronismo na produção. Essas unidades são de fundamental importância e acima de tudo não podem parar, exigem uma eficiência próxima a 100% (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Figura 11 – Unidade escavo-transportadora



Fonte: Caterpillar do Brasil (2018).

2.10. MANUTENÇÃO DE MAQUINÁRIO RODOVIÁRIO

Para que a manutenção dos equipamentos ocorra de maneira satisfatória, devemos primeiramente ter conhecimento prévio das máquinas disponíveis dentro da empresa, suas funções primordiais, ter em mãos os manuais disponibilizados pelas fabricantes e principalmente, reunir profissionais competentes e que saibam o que estão fazendo (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2008).

Partindo para uma análise mais meticulosa, devemos ter ciência do alcance econômico e da vida útil dos equipamentos (Remuneração dos serviços x Custos), ter noção dos anos de vida do maquinário, pois quanto maior o envelhecimento da frota maior a probabilidade de falhas mecânicas, diminuir de maneira quase total a paralisação para reparos, pois ocasiona um duplo prejuízo para a empresa (VELOSO, 2015).

2.10.1. OPERAÇÃO DO MAQUINÁRIO

Enfatizando os itens anteriores, o primeiro profissional de manutenção é o operador da máquina ele tem por obrigação notar que os equipamentos foram projetados e dimensionados para determinados tipos de esforços. Exposição à esforços superiores desgastam

prematuramente o maquinário, além da possibilidade de ruptura de algum componente (VELOSO, 2015).

Fica também a cargo do operador aquecer a máquina antes de iniciar seu trabalho normal, observando o circuito de lubrificação, temperatura e folgas normais, resfriamento com motor trabalhando sem carga, colocação de água fria no sistema de refrigeração, verificar o abastecimento da máquina, paralisar para escorvar o sistema de alimentação, bem como bomba injetora e injetores (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Recomenda-se manter a máquina sempre limpa, pois o óleo e a poeira aderida formam uma crosta que impede a constatação de vazamentos, trincas, falta de parafusos e etc. Medidas simples de rotina evitam uma série de problemas com sérias consequências, a boa manutenção começa com a boa operação da máquina (DRAPINSKI, 1975).

As falhas mecânicas podem ocorrer de maneiras inesperadas, dificultando o prosseguimento de atividades planejadas ou mesmo imobilizando a produção fabril. Essas falhas ocorrem principalmente, ainda segundo Drapinski (1975) por:

- Projetos ou especificações inadequadas aos requisitos do trabalho da máquina
- Falhas de fabricação de peças ou montagem deficiente (trincas, tensões excessivas, folgas exageradas, falta de alinhamento das peças, etc.)
- Falta ou deficiência da manutenção
- Operação inadequada
- Desgaste natural das peças

2.10.2. ORIENTAÇÕES PARA MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS RODOVIÁRIAS

Os equipamentos de terraplanagem devem seguir regras para o seu bom desempenho e produtividade. O agente mantenedor deve estar sempre munido de manuais dos equipamentos e ferramentas específicas para trabalhar com os mesmos (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Vale ressaltar que os planos estratégicos de manutenção, devem conter, segundo De Souza & Catalini (2007):

- Revisões mecânicas periódicas após o decurso de certo número de horas de trabalho, indicados pelo marcador de horas da máquina (número proporcional às rotações do motor)
- Verificações preventivas a cada 100, 500, 1.000 e 4.000 horas trabalhadas, examinando os componentes ou sistemas mais propícios a problemas
- Após 1.000 h trabalhadas é feita a inspeção detalhada do motor, transmissão, conversor de torque, freios, sistema de direção, hidráulico e elétrico

- Após 4.000 h trabalhadas revisão do motor, desmontagem e inspeção do conversor de torque, da transmissão, do sistema de direção, além da inspeção mais detalhada dos sistemas hidráulico, elétricos e freios.
- Nas máquinas de esteira, manutenção preventiva com cuidados especiais (Verificação de desgaste normal das peças e da ocorrência de quebras, trincas ou desgastes anormais).

2.11. PRINCIPAIS FALHAS MECÂNICAS DE MÁQUINAS RODOVIÁRIAS

As máquinas rodoviárias de construção civil são equipamentos robustos, de grande torque e elevada potência. Essas características são primordiais para o trabalho pesado exercido pelas mesmas e, como todo maquinário de trabalho duro, esses equipamentos são movidos a poderosos motores de ciclo diesel (VELOSO, 2015).

Motores diesel, embora robustos e corpulentos, também podem apresentar falhas mecânicas, que compreendem desde o superaquecimento do sistema de refrigeração a vibrações, ruídos anormais e batidas internas. Dentre os problemas corriqueiros apresentados pelos motores diesel, podemos destacar: a diminuição de potência por problemas na bomba injetora de combustível, consumo excessivo de lubrificante, pressão baixa de fluidos e a quantidade e coloração anormais de fumaça expelida pelo cano de escape (DRAPINSKI 1975).

Outras falhas e defeitos comuns são referentes as transmissões, sejam falhas mecânicas ou hidráulicas, na parte rodante do equipamento e nos sistemas de injeção e elétricos de partida (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

2.12. SISTEMAS DE MONITORAMENTO NOS EQUIPAMENTOS

Há um bom tempo, máquinas e equipamentos dispõem de monitores acoplados aos seus painéis, sejam eles analógicos ou digitais. Graças a esses medidores que o operador mantenedor tem informações básicas de operação, como: Pressão do óleo lubrificante do motor, pressão do óleo no trem de força, temperatura do líquido de arrefecimento do motor, temperatura do óleo do sistema hidráulico, indicador do nível de combustível, número de rotações do motor, indicador de marcha de transmissão, controles eletrônicos da direção e transmissão (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Se algum parâmetro está fora dos padrões normais de trabalho do equipamento, o operador terá essa informação prontamente, podendo encerrar o ciclo de trabalho e averiguando de antemão o que poderá estar ocasionando essa alteração no sistema (VELOSO, 2015).

Alguns alarmes podem ser categorizados, segundo De Souza e Catalini (2007), como sendo:

- Alarme categoria 1: Identifica os sistemas que necessitam de atenção do operador (mau funcionamento mecânico, falhas, indicadores de desempenho;
- Alarme categoria 2: Indica superaquecimento;
Alarme categoria 2-S: Alarme sonoro constante indicando condição séria, correção imediata para evitar danos
- Alarme categoria 3: Soa alarme sonoro e luz vermelha piscando
 1. Luz piloto de advertência do líquido de arrefecimento
 2. Luz piloto da carga de bateria
 3. Luz piloto da pressão do óleo do motor
 4. Luz piloto da temperatura do óleo da transmissão
 5. Luz piloto da falha do painel de monitoramento

2.13. LUBRIFICAÇÃO DOS SISTEMAS

Esse talvez seja o ponto principal na manutenção mecânica de uma máquina rodoviária, isso porque, os óleos lubrificantes fazem parte de todo um conjunto que trabalha de forma harmônica dentro do equipamento. Nos manuais dos fabricantes, há uma grande ênfase quanto a substituição dos fluídos envolvidos no sistema, seja por hora trabalhada ou por idade do lubrificante nas câmaras (VELOSO, 2015).

A falta de lubrificação de uma máquina causa o desgaste prematuro de peças envolvidas na movimentação. É importante ressaltar que cada câmara/componente recebe lubrificação específica. Alguns desses componentes podem receber lubrificantes minerais, sintéticos, graxas, cabendo ao profissional de manutenção utilizar aquele que é mais conveniente (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Destaca-se que, para os lubrificantes, a manutenção preventiva é a melhor escolha, pois dessa forma os lubrificantes são trocados de maneira tal que o sistema não é posto em risco. Os departamentos de manutenção estratégica da empresa devem ter controles rigorosos quanto a troca de material lubrificante, empregando óleos e graxas indicados pelos fabricantes, pois os mesmos têm controle tecnológico e estudos que apontam os lubrificantes mais indicados (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

A lubrificação executada de maneira correta evita o atrito, corrosão e abrasão entre peças no sistema, são fontes de dissipação de calor, auxiliam na vedação das câmaras de combustão,

na remoção das substâncias abrasivas e permite uma redução de força ou potência necessária para executar determinadas tarefas (VELOSO, 2015).

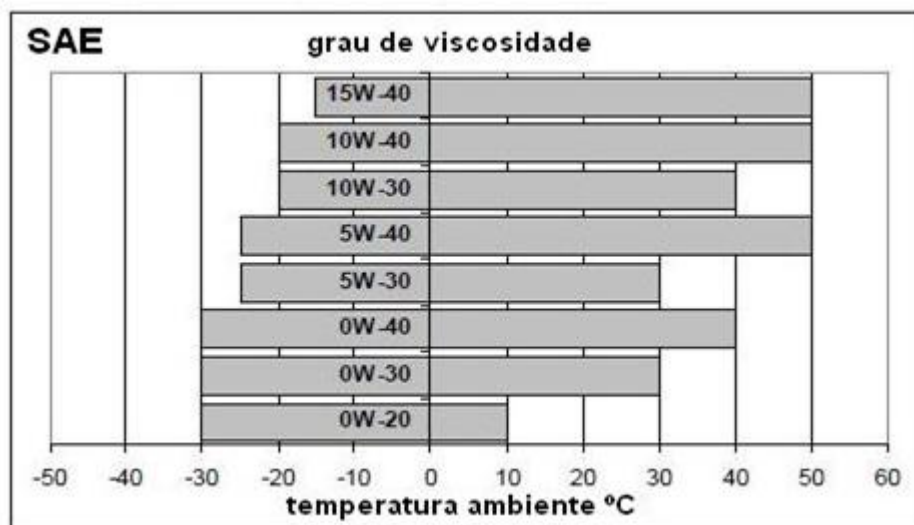
Outra característica de grande valia nesse segmento é a viscosidade do produto utilizado, tal característica permite que o lubrificante crie uma película fina de proteção no sistema ou que ofereça resistência a determinadas situações. Os óleos mais grossos (mais viscosos), exigem mais força para serem bombeados enquanto os mais finos (menos viscosos) fluem com maior facilidade no sistema (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Para padronizar a viscosidade dos óleos lubrificantes, a SAE (Society of Automotive Engineers), criou um parâmetro para classificar os lubrificantes, o parâmetro SAE. Através de um viscosímetro de saybolt, é feito um teste em que um óleo percorre uma superfície em um número de segundos necessários para que 60 cm³ de óleo lubrificante escoe através de um orifício a determinada temperatura, através desse teste é determinada a sua viscosidade (SAE 2015).

Assim como os combustíveis, os óleos lubrificantes também podem ser acrescidos de aditivos para a melhor eficiência no sistema. Esses aditivos podem ser: Detergentes, dispersantes, inibidores de oxidação, inibidores de corrosão, inibidores de ferrugem, redutores de desgaste, reforçadores dos índices de viscosidade, redutores do ponto de congelamento, antiespumantes (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Para verificar a viscosidade de um óleo lubrificante, a SAE padronizou uma maneira simples e rápida de se entender, conforme figura 12 a seguir:

Figura 12 – Tabela de viscosidade de lubrificantes



Fonte: SAE - Society of automotive engineers (2015).

Utilizando como exemplo o óleo 10W-40, o prefixo 10W representa a viscosidade que esse produto apresenta quando o motor está em temperatura ambiente. Nessa temperatura o óleo está muito fluído, o que favorece a partida do motor (SAE, 2015)

O sufixo 40 quer dizer que no momento em que o motor se encontra quente, ele se torna mais viscoso, o que garante a esse lubrificante uma multiviscosidade, o que é importante, pois se o óleo continuasse fino ele queimaria muito rápido e não lubrificaria o sistema. Para saber o grau de viscosidade ficou simples, quanto maior a numeração na embalagem do óleo, mais viscoso ele é (SAE 2015).

A melhor opção para troca de óleo lubrificante é seguir o manual de manutenção e operação do equipamento, cada máquina tem sua particularidade e os fabricantes fizeram exaustivos testes para achar o lubrificante ideal para cada situação (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

Para executarmos manutenção eficaz na parte hidráulica, devemos conhecer o sistema, verificar os períodos de troca de óleo, uniformizar o tipo de óleo utilizado com viscosidade SAE única, cuidar da limpeza do sistema de purificação do ar, fazer a limpeza periódica dos elementos filtrantes removíveis, verificar os sensores de controle, operação e manutenção, verificar o módulo de controle eletrônico periodicamente. Utilizando essas instruções, podemos extrair todo o potencial do sistema da máquina (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

3. METODOLOGIA

Para a realização deste projeto, inicialmente foi feito um contato com o setor de manutenção de máquinas rodoviárias pesadas de uma empresa de construção civil, destacando que o trabalho em questão é de caráter exploratório, descritivo e de cunho qualitativo, pois todo o conhecimento expresso no mesmo foi adquirido através de pesquisas bibliográficas e por experiências dentro do meio acadêmico.

Este capítulo abordará os tipos de manutenção e serviços utilizados dentro da construtora, apontando suas vantagens e desvantagens, alinhando com os planos de manutenção contemporâneos como também explorará dados coletados in loco.

3.1 A EMPRESA

A empresa analisada tem como especialidade a construção civil, com mais de 35 anos de atuação no estado do Piauí. No quadro de funcionários existem mais de 600 colaboradores entre operadores de maquinário, supervisores de manutenção e engenheiros.

Durante esse período, a empresa construiu barragens, aeroportos, estradas, obras de saneamento básico e edifícios, buscando sempre levar a qualidade aos serviços prestados. Possui um quadro de máquinas extenso, que engloba vários setores, inclusive os equipamentos relatados neste estudo (máquinas rodoviárias de construção civil).

Foram disponibilizados alguns dados referentes aos planos de manutenção adotados na sua gestão mantenedora. As ordens de serviço foram classificadas e separadas conforme o número da ordem, local de obra, tipo de equipamento, data de emissão e solicitante, o que possibilita arquivar as manutenções realizadas em cada máquina.

A gestão de manutenção possui empregados próprios, terceirizando apenas alguns serviços mais complexos como: desgastes na pequena barra de direção, recuperação de motores, manutenção de bombas injetoras, o que facilita em geral a comunicação entre operador e equipe de manutenção.

Por se tratar de um grupo, a construtora busca lucros máximos, nunca simplificando a qualidade prestada no serviço, almejando perdas de produção zero ou próximo de zero, melhorando sempre a eficiência das atividades.

3.2 PLANOS DE MANUTENÇÃO

Como a grande parte das empresas e indústrias do país, a construtora aplica recursos em dois setores da manutenção que sempre estão em alta nos investimentos segundo a ABRAMAN: Manutenção Corretiva e Manutenção preventiva.

Dentre esses dados disponibilizados, o que mais chama atenção são os planos de manutenção preventivas, que seguem à risca os manuais operacionais e de manutenção das fabricantes, sendo que grande parte do maquinário utilizado pela construtora nas obras é da Caterpillar, que é uma das maiores empresas do segmento no mundo. Os seus gestores de manutenção são treinados e capacitados para manter o quadro de máquinas sempre funcionando, atendendo as inúmeras obras de pavimentação asfáltica e terraplanagem.

Em relação ao quadro de funcionários, a empresa segue dentro do previsto pela ABRAMAN nos últimos anos de pesquisa, como indicado na Figura 7 da pesquisa de manutenção proposta pela mesma. Os funcionários da empresa são mão-de-obra especializada, contendo na grade engenheiros mecânicos, supervisor de manutenção e mecânicos.

Quanto a distribuição dos colaboradores, cada obra iniciada pela empresa tem uma equipe chefiada por um engenheiro de manutenção. Na sede há engenheiros fixos responsáveis pela supervisão do depósito (almoxarifado) e atuação nos planos de manutenção.

Outra referência apontada na pesquisa de 2013 na Tabela 2 e que também é seguida pela empresa, é que seu plano de manutenção é basicamente centralizado, exceto serviços de alta complexidade e/ou serviços para correção de falhas que estejam dentro das garantias ofertadas pela fabricante dos maquinários, nesse caso os próprios mecânicos da autorizada vêm executar a manutenção na máquina e/ou a mesma é deslocada para a empresa prestadora de serviço autorizada pela fabricante, conforme a ordem de serviço no ANEXO 1.

Um artigo de grande valia para a estratégia de manutenção da empresa é o seu depósito (almoxarifado), já que peças para troca nas manutenções corretivas e preventivas existem em estoque. Algumas peças que se encontram em estoque dentro da empresa são: Correias dentadas, correias lisas, óleos lubrificantes, graxas, buchas, anéis de vedação, anel retentor, parafusos, etc.

O deslocamento de máquinas para o depósito só é feito com o mesmo fora de operação ou operando em detrimento do serviço, ou seja, quando o seu funcionamento está gravemente comprometido. Para facilitar o serviço de manutenção, equipes são deslocadas até as obras para fazerem os devidos reparos ou manutenções agendadas. Caso a peça quebrada na máquina não

tenha em estoque no almoxarifado, a mesma é solicitada pelo supervisor de manutenção para a empresa fabricante do equipamento.

A análise in loco de informações é facilitada porque o banco de dados em relação a manutenção feita na empresa é sempre catalogado, o que facilita a triagem de atividades efetuadas no maquinário disponível. Embora a base de dados ainda seja recente, é de grande valia, por se tratar de informações passadas diretamente pelos operadores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os conceitos adquiridos através de pesquisas exploratórias sobre planos de manutenção através de acervos bibliográficos e dados coletados, ficam evidentes os dois planos de manutenção praticadas pela empresa.

A primeira, manutenção corretiva, nos leva a refletir que, embora seja uma estratégia simples e muitas vezes arriscada por sua aleatoriedade, acaba sendo um primeiro esboço de plano de manutenção. A vantagem obtida pela construtora é que os seus colaboradores (operadores e mantenedores) têm treinamento e competência para resolver os problemas na obra e na oficina mecânica.

A segunda, manutenção preventiva, é bem organizada e com planos de manutenção para cada máquina existente na empresa. Sua linha de manutenção é pautada na prevenção de falhas e nas paralisações programadas, seguindo sempre os manuais de manutenção e operação disponibilizados pelas fabricantes, realizando as revisões programadas.

4.1. DISSEMINAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO NA CONSTRUTORA

O plano de manutenção com maior ocorrência dentro da empresa é a manutenção corretiva, devido principalmente as condições insalubres que o maquinário é exposto no cotidiano de sua função.

Muitas máquinas rodoviárias acabam tendo avarias devido ao regime e grande quantidade de trabalhos pesados. Quando não há imobilidade do equipamento e a operação não é prejudicada a ponto de interferir na qualidade do serviço prestado, o maquinário continua trabalhando para que se extraia o maior proveito possível do mesmo.

Podemos observar nos anexos 2, 3 e 4 que alguns reparos corretivos não competem emergência e não vão tirar a maior parte da eficiência do equipamento, como: Troca de reparos em cilindros e pistões, troca de retrovisores, troca de alguns parafusos de fixação, troca de parabrisas trincados, trocas de arruelas e embuchamentos, etc.

Para esse tipo de correção, não há necessidade de retirar o equipamento da sua funcionalidade, pois assim estará quebrando a produção e ocasionando atrasos, além da perda de proventos para a empresa. Nesse caso específico, compete-se ao gestor mantenedor a programação da correção planejada desse equipamento, efetuando uma parada tática para esse maquinário, para que ele volte a exercer seu ofício com plenitude.

As correções não planejadas continuam na grade de serviços da empresa, pois algumas máquinas apresentam problemas decorrentes do esforço extremo ou imprevistos relacionados as obras.

Como estratégia, a empresa só recolhe até a oficina mecânica os equipamentos que estejam necessitando de correção para cumprir sua função, utilizando do equipamento o suficiente para que os seus serviços sejam aproveitados. Caso ocorra a retirada do equipamento da obra, é feita uma substituição de equipamentos e a máquina avariada é colocada em supervisão para os devidos acertos.

4.1.1. PLANO DE MANUTENÇÃO CORRETIVA NA EMPRESA

Os relatórios de manutenção corretiva são acompanhados pela identificação da máquina, local da obra, fotos, lista de peças e serviços que deverão ser trocados pelos profissionais mantenedores, o que ajuda a catalogar e arquivar quais serviços foram executados nas máquinas e eventualmente conferir em um período posterior.

A manutenção corretiva, como já observado no transcorrer do projeto, é uma manutenção que necessita de profissionais gabaritados, muitas vezes acaba se tornando cara e se for uma manutenção não-planejada, acaba atrapalhando na produtividade da empresa já que o maquinário ficará impossibilitado de exercer sua função.

Observando os ANEXOS 2, 3 e 4, notamos que o relatório de maquinário utilizado pela empresa facilita o serviço que deverá ser executado pelos profissionais mantenedores. O mesmo identifica através de imagens e observações os cuidados que deverão ser tomados para que o maquinário em manutenção volte a exercer com plenitude suas funções.

Através das datas nos relatórios, há um controle indicando quando o maquinário teve seu relatório apresentado. Também é possível identificar as horas de trabalho que o equipamento já possui e qual obra ele estava destacado.

Ao observarmos o ANEXO 3, percebemos que algumas peças estão destacadas em tabelas, apresentando quantidade, descrição e referência; esse controle mostra que a peça indicada está avariada necessitando troca e que a mesma se encontra no almoxarifado identificada na referência com o seu número de série.

Na construtora esse tipo de manutenção é a que acarreta mais gastos, embora não tenham divulgado o balancete econômico para exposição no projeto, foi informado que as correções não planejadas e planejadas impactam aproximadamente o dobro que as manutenções

preventivas. Fica evidente que o maquinário em manutenção corretiva acaba ficando paralisado, diminuindo drasticamente a produtividade da empresa, ocasionando a queda nos proventos.

4.1.2. PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA EMPRESA

Os relatórios de manutenção preventiva são acompanhados pela ordem de serviço e seu número, a obra que a máquina está trabalhando, a data de emissão, o solicitante, o equipamento, as horas trabalhadas atuais e as horas para vencimento da manutenção.

A manutenção preventiva é mais rápida, mais barata e centralizada para a construtora, tendo o seu planejamento feito antes de ser efetuada a intervenção na máquina, evitando paradas desnecessárias e não programadas, continuando com a produtividade do equipamento.

Por ter um planejamento antecedente, as ações para ocorrência da mesma não colocam em xeque o plano estratégico das equipes de manutenção, onde a organização ferramental, deslocamento de colaboradores, pedidos de peças e/ou acionamento de empresas autorizadas é feito de maneira ágil e direta.

Como observado nos relatórios expostos nos ANEXOS 6 e 7, a manutenção preventiva antecipa as revisões, trocas de filtro, óleos e demais partes a serem substituídas conforme as horas trabalhadas dos maquinários. Esse tipo de manutenção é a mais adequada para esse tipo de equipamento, pois os mesmos dispõem de uma enorme parte hidráulica, que constantemente deve ser verificada (DE SOUZA & CATALINI, 2007).

No ANEXO 1, observamos que as empresas terceirizadas autorizadas pela fabricante, além de executarem correções pontuais e mais complexas, também realizam a verificação de diversos itens para o desenvolvimento normal do maquinário.

As máquinas rodoviárias, por serem impostas a regimes de trabalho forçado e de volume, precisam também de verificação das partes articuladas, pois podem conter folgas, barulhos e rangidos incomuns que, se agravarem, podem imobilizar partes importantes do equipamento, conforme alguns itens inspecionados no ANEXO 1, podendo assim os operadores trabalharem com máxima eficiência com o equipamento.

Com uma maior empregabilidade da manutenção preventiva na empresa, as correções de falhas nos equipamentos diminuíram, visto que as verificações de mau funcionamento em sistemas elétricos, sistemas de partida, rangidos e barulhos estranhos ficaram mais corriqueiros, como mostrados nos ANEXOS 2,3 e 4, o que acarretou mais horas de trabalho para os equipamentos em campo.

A manutenção preventiva é a mais indicada para a empresa, visto que para lucros máximos os custos com paralisação de produção devem ser mínimos e a manutenção preventiva

tem como aspectos básicos esse impacto mínimo e planejado na produtividade (KARDEC & NASCIF, 2009).

Em suma, a manutenção preventiva, por ser um tipo de assistência mais barata em relação a preditiva e detectiva (por utilizarem de artifícios eletrônicos e outros aparatos mais tecnológicos) vem a calhar neste plano estratégico de manutenção, justamente por atender de forma rápida, simples, módica e objetiva a preservação dos equipamentos/maquinários da empresa sem afetar a sua produtividade (PATTON JR., 1983).

4.3. DISCUSSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise qualitativa dos impactos dos planos de manutenção nos proveitos de uma construtora em obras de pavimentação e terraplanagem.

Analizando os dados, quadro de funcionários e maquinário disponíveis na empresa, observamos que os planos corretivos planejados e o preventivo acabam se adequando e viabilizando os serviços prestados pela construtora.

Embora o plano de manutenção corretiva indique um custo aproximadamente duas vezes mais elevado que o plano de manutenção preventiva, segundo os gestores responsáveis pela manutenção da empresa, ela acaba sendo realizada após a exploração máxima do equipamento, o que nos revela ser uma estratégia que minimiza esse impacto no orçamento.

A manutenção preventiva deve ser otimizada, incorporando conceitos da manutenção preditiva e detectiva, para que falhas não constatadas nas revisões venham paralisar as obras em andamento.

Através dos planos estratégicos centrados na confiabilidade e na organização das disposições dos maquinários no pátio e nas obras, deve-se haver um acompanhamento completo depois de uma manutenção corretiva, para que mantenha os padrões de desempenho e disponibilidade após as correções de falhas.

Tais planos são viáveis, visto que o maquinário de construção civil rodoviário é utilizado para serviços pesados, sistemáticos e que tenham aproveitamento de trabalho próximo da totalidade.

Por certo, os conceitos contemporâneos de manutenção são de extrema serventia, visam a maximização e eficiência, eliminando desperdícios através do planejamento da manutenção através da execução dos técnicos envolvidos (VELOSO, 2015).

Para a melhoria do desempenho maquinário nos proveitos da empresa, a gestão qualificada na manutenção é imprescindível, pois a técnica usada no plano estratégico deve

alinhar-se as metas de produção esperadas, aumentando o número de máquinas em produtividade, gerando benefícios à segurança e robustez da empresa.

Como sugestões para a melhoria dos planos de manutenção, esses conceitos pertinentes a engenharia de manutenção deve ser ampliada dentro do sistema interno da construtora. Estudos devem ser implementados para aplicação da qualidade em alguns setores, como:

- Criar um local específico para descarte de resíduos e rejeitos, podendo abrir um leque para a reciclagem de materiais (remanufatura) que podem ser aproveitados e/ou vendidos como sucata;
- Registrar e analisar os custos de manutenção, identificando custos fixos e variáveis, focando na eliminação de desperdícios;
- Investir na formação de empregados multididáticos, visto que a participação do operador é de grande importância na estratégia de manutenção (primeiro profissional mantenedor);
- Controlar principais entradas e saídas de peças, coordenando um banco de dados a fim de rastrear as motivações das falhas e reposicionar em estoque materiais que apresentem maior número de avarias;

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Notou-se que a manutenção corretiva tem um maior impacto nos orçamentos disponíveis para os planos de manutenção, cerca de duas vezes maior que o a manutenção preventiva, embora neste caso, a empresa utilizando a manutenção corretiva planejada consiga extrair uma produtividade elevada do maquinário.

Conclui-se então que a manutenção preventiva é a mais indicada para a empresa, visto que é o plano de manutenção mais adequado para este tipo de maquinário e que sua implantação na construtora diminuiu o número de substituições de peças que apresentavam falhas.

5.1. SUGESTÃO PARA UM FUTURO TRABALHO

Utilizar dos conceitos, raciocínios e sugestões apontados neste projeto e aplicá-los na prática dentro de uma empresa, envolvendo gestores, colaboradores e fornecedores, para que resultados sejam colhidos e registrados a curto, médio e longo prazo, mostrando que os princípios de planejamento e estratégia de manutenção são fundamentais para oxigenação e ganhos capitais de uma corporação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAN - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. Disponível em: <http://www.abraman.org.br/>. Acesso em 19 de setembro de 2018.

ALMEIDA, M. T. Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade. 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5462: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BARROS, Breno Alvim. A importância da manutenção industrial como ferramenta estratégica de competitividade. Faculdade Redentor – Miracema – Rio de Janeiro – Brasil, 2013.

CASTELLA, Marco César. Análise crítica da área de manutenção em uma empresa brasileira de geração de energia elétrica. 2001. 152 f. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

CATERPILLAR DO BRASIL – Catálogo de equipamentos e máquinas pesadas. Disponível em: https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment.html. Acesso em 30 de novembro de 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE: CNT. Pesquisa Rodovias 2010: relatório geral. Brasília, 2010. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Downloads/Edicoes//2010/Relat%C3%B3rio%20Gerencial/Relat%C3%B3rio%20Gerencial%202010.pdf>. Acesso em 19 setembro de 2018.

COSTA, Mariana de Almeida. Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora – Minas Gerais – Brasil, 2013.

CURY, Wady Abrahão Netto. A IMPORTÂNCIA E A APLICABILIDADE DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM) NAS INDÚSTRIAS. Universidade Federal de Juiz de Fora – Juiz de Fora – Minas Gerais – Brasil, 2008.

DE SOUZA, H. R; CATALINI, G. Manual Prático de escavação, Terraplanagem e escavação de Rocha, 3ª Edição, PINI, 2007.

DRAPINSKI, Janusz; Manual de Manutenção Mecânica Básica, McGraw, 1975.

INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN – Artigos, infraestrutura rodoviária no Brasil – Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/solucoes-por-tema/infraestrutura/>. Acesso em: 19 de setembro de 2018.

IPEA. Rodovias Brasileiras: Gargalos, Investimentos, Concessões e Preocupações com o Futuro. Brasília (Série Eixos do Desenvolvimento Brasileiro – Comunicados do Ipea no 52), 2010. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=1212. Acesso em 19 setembro de 2018.

KARDEC, A.; NASCIF J. Manutenção: função estratégica. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

MONCHY, F. A Função Manutenção. São Paulo: Durban, 1987.

MUASSAB, J. R. (2002), Gerenciamento da Manutenção na Indústria Automobilística, Taubaté. Monografia – Universidade de Taubaté.

NGI - MNT. Por que fazer a manutenção de ativos na construção civil, 2017. Disponível em: <http://www.ngi.com.br/novidades/por-que-fazer-a-manutencao-de-ativos-na-construcao-civil/#sobre>. Acesso em 25 de outubro de 2018.

OTANI, Mário; MACHADO, Waltair Vieira. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. Revista Gestão Industrial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil, 2008.

PATTON, Jr Joseph D. Preventive Maintenance. Instrument Society of America, 1983.

SAE - Society of Automotive Engineers - Sociedade dos Engenheiros Automotivos dos Estados Unidos. Motores Diesel - Disponível em:

<http://portal.saebrasil.org.br/publicacoes/artigos>. Acessado em 10 de dezembro de 2018.

SCHIO, Leonir José; Construção de um ferrógrafo. Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira, 2011. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/540/1/MD_COMIN_2011_2_06.pdf

SLACK, S CHAMBERS, R JOHNSTON, Administração da Produção. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

SOUZA, S.S.; LIMA, C.R.C. Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica. In: ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 23. Ouro Preto. Anais. Ouro Preto: ENEGEP, 2003.

SOUZA, Alien Vlganô de; GOMES, Jonas Canesin; FERNANDES, Rodrigo Sorbo. Manutenção e lubrificação de equipamentos. Qualidade da mão de obra na manutenção. Universidade Estadual Paulista, 2004.

VALENTE, José Augusto; Infraestrutura, transportes e mobilidade territorial. – São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2013.

VELOSO, Norwil; Gerenciamento e manutenção de equipamentos móveis. 2 eds. – São Paulo: Sobratema, 2015.

ANEXO 1 – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO BÁSICA DE MÁQUINAS DE EMPRESA AUTORIZADA PELA FABRICANTE

INFORMAÇÕES DA ORDEM DE SERVIÇO			
DADOS DO CLIENTE	DADOS DO EQUIPAMENTO		DADOS DO ATENDIMENTO
CÓDIGO: 0000033151	MODELO: D6K2	Nº OS: 008600116302	
NOME: CONSTRUTORA	DESCRIÇÃO: TRATOR DE ESTEIRAS	DESCRIÇÃO DO SERVIÇO: SUBSTITUIR BOMBA INJECAO COMBUSTIVEL	
CONTATO: CONSTRUTORA	PREFIXO: RPR	Nº DE SÉRIE: 00158	MERCADO: CO - CONSTRUÇÃO
TELEFONE: 86	Nº DE FROTA:	DATA DE ABERTURA: 29/03/2018	
EMAIL:	FABRICANTE: CATERPILLAR	DATA DE INÍCIO: 19/04/2018	DATA DE CONCLUSÃO: 20/04/2018
ENDEREÇO: PI	PARADA?: TERESINA, EQUIPAMENTO EM FUNCIONAMENTO	TÉCNICO: 8600026 -	
	HORÍMETRO ATUAL: 2.532	LOCAL DO ATENDIMENTO: TERESINA, PI	

INSPEÇÃO BÁSICA DE MÁQUINAS			
1000 - MOTOR DIESEL			
TIPO DE ITEM	ID ITEM	DESCRIÇÃO	STATUS
VERIFICAÇÃO	1000-01	VERIFICAR POTÊNCIA DO MOTOR	BOM ESTADO
VERIFICAÇÃO	1000-02	VERIFICAR PARTIDA	BOM ESTADO
VERIFICAÇÃO	1000-03	VERIFICAR RUÍDOS	BOM ESTADO
VERIFICAÇÃO	1000-04	VERIFICAR SUPERAQUECIMENTO	BOM ESTADO
VERIFICAÇÃO	1000-05	VERIFICAR VIBRAÇÕES	BOM ESTADO
VERIFICAÇÃO	1000-06	OUTROS - DESCREVER	BOM ESTADO
1050 - SIST IND E EXUST DE AR			
TIPO DE ITEM	ID ITEM	DESCRIÇÃO	STATUS
VERIFICAÇÃO	1050-01	VERIFICAR COLETOR DE EXAUSTÃO	BOM ESTADO
VERIFICAÇÃO	1050-02	VERIFICAR PURIFICADOR DE AR	ANORMALIDADE
ANORMALIDADES: TAMPA DO PRÉ PURIFICADOR DE AR ESTÁ COM UMA TRAVA DANIFICADO NECESSÁRIO SUBSTITUIR.			

ANEXO 1 – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO BÁSICA DE MÁQUINAS DE EMPRESA AUTORIZADA PELA FABRICANTE



VERIFICAÇÃO	1050-03	VERIFICAR TUBO DE EXAUSTÃO	BOM ESTADO
VERIFICAÇÃO	1050-04	VERIFICAR FUMAÇA	BOM ESTADO
VERIFICAÇÃO	1050-05	VERIFICAR LINHAS DE ADMISSÃO	BOM ESTADO
VERIFICAÇÃO	1050-06	VERIFICAR TURBINA	BOM ESTADO
VERIFICAÇÃO	1050-07	OUTROS – DESCREVER	BOM ESTADO

ANEXO 1 – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO BÁSICA DE MÁQUINAS DE EMPRESA AUTORIZADA PELA FABRICANTE

CAT		RELATÓRIO DE INSPEÇÃO BÁSICA DE MÁQUINAS		[Logo]	
AÇÃO SUGERIDA			HORAS PREVISTAS		
SUBSTITUIR / TROCAR SISTEMA DE CONTROLE DE AR			2		
DETALHAMENTO DA AÇÃO					
REMOVE E INSTALAR PREPURIFICADOR					
PRIORIDADE					
1-ALTA					
ID		FERRAMENTAS DESCRIÇÃO		QUANTIDADE	
99999		KIT DE FERRAMENTAS		1	
Nº DA PEÇA		DESCRIÇÃO		PEÇAS QTD	
3485005.000		PRÉ PURIFICADOR DE AR.		01	
ANORMALIDADES ASSOCIADAS					
TAMPA DO PRÉ PURIFICADOR DE AR ESTÁ COM UMA TRAVA DANIFICADO NECESSÁRIO SUBSTITUIR.					

ANEXO 2 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO CORRETIVA ESCAVADEIRA

PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Equipamento: EH-08 **Data:** 25/04/2018 **Horímetro:** 10.080,9

Cilindros / Serviços Diversos



Descrição:

Substituir reparos dos cilindros de levantamento, do braço e da concha

Aplicar faróis e palhetas do limpador, substituir retrovisor



Descrição:

Pedir válvula do pré-purificador da tampa do filtro de ar

É necessário realizar uma nova troca de óleo com filtro lubrificante e filtros de combustível

ANEXO 3 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO CORRETIVA MOTO-NIVELADORA

PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

EQUIPAMENTO: MN-20 **OBRA:** Transcerrados **Data:** 23/03/2018 **Horímetro:** 7.254

Cilindro de inclinação das rodas / Cilindro do escarificador



Substituir reparos:

Unidade	Descrição	Referência
1	Selo	175-7898
1	Anel	4J-9224
1	Selo	229-9382
1	Selo	167-2304
1	Selo	167-2195

Unidade	Descrição	Referência
1	Selo	175-7900
1	Anel	2K-6830
1	Anel	4T-5613
1	Selo	167-2195
1	Selo	167-2304
1	Selo	229-9382

Serviços diversos



Substituir baterias e revisar parte elétrica / Substituir 1 pneu e cobrir 4 (1400x24)

Substituir aditivo do radiador / Trocar 3 parafusos (OS-1973)

Substituir embuchamento do eixo dianteiro / Trocar 3 arruelas (4M-6953)

ANEXO 4 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO CORRETIVA RETROESCAVADEIRA 2

PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

EQUIPAMENTO: RE-16 **OBRA:** Fazenda **Data:** 05/04/2018 **Horímetro:** 45785

Cilindros



Substituir reparos do cilindro da lança, da inclinação da concha e do braço

Cilindro de levantamento da concha dianteira



Substituir reparos

**ANEXO 5 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO
CORRETIVA REALIZADO POR TERCEIRIZADA TRATOR DE ESTEIRA**

Ordem de Serviço

Nº 2.948

CORRETIVA		Data de Emissão 02/05/2018	Data Inicial 02/05/2018	Data Final 02/05/2018
Obra LOTEAMENTO	Solicitante		Hora Inicial 09:54	Hora Final 10:15
Equipamento			Horímetro	
TE-07	TRATOR DE ESTEIRAS	TE071507	Atual 2.596,7	Exec. 2.532,0

PROBLEMA DA ORDEM DE SERVIÇO

A bomba de transferência de combustível que é acoplada a de alta pressão do combustível não mantém a pressão de combustível necessária para o motor do equipamento funcionar. Os custo com mão de obra e de peças foram respectivamente, R\$ 2.745,00 e R\$ 16.883,07. A manutenção corretiva foi executada pela Teresina com custo total de R\$ 19.628,07.

	Execução
	Execução
CORRETIVA	S N
CORRETIVA	☒
REVISAR BOMBA INJETORA	

OBSERVAÇÃO

A bomba de transferência de combustível que é acoplada a de alta pressão do combustível não mantém a pressão de combustível necessária para o motor do equipamento funcionar. Os custo com mão de obra e de peças foram respectivamente, R\$ 2.745,00 e R\$ 16.883,07. A manutenção corretiva foi executada pela Teresina com custo total de R\$ 19.628,07.

Serviços Executados: O problema foi solucionado com a substituição da bomba de alta pressão de combustível que já vem acoplado a de transferência, anéis de vedações e bomba de escova de combustível.

<i>OS ENCERRADA</i>	
ESPECIALISTA	RESPONSÁVEL

ANEXO 6 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO PREVENTIVA MOTONIVELADORA

RECIBIDO
24/08/2018
07:00

DOC. 479

Ordem de Serviço

Nº 3.951
Nº RM: 30107

PREVENTIVA		Data de Emissão 21/08/2018	Data Inicial 02/09/18	Data Final 02/09/18
Obra PREF. MUNICIPAL		Solicitante	Hora Inicial 7:00	Hora Final 7:30
Equipamento	Dif. p/ Vencimento: -88	Horímetro		
MN-22 CAT 12H	MOTONIVELADORA	Atual 11.272	Vencimento 11.358	Executado 11353

MOTONIVELADORA_12H CAT 0250 HS

PREVENTIVA	Execução
TROCAR FILTRO COMBUSTIVEL	S N
FILTRO COMBUSTIVEL 1R-0750	OK
TROCAR FILTRO LUBRIFICANTE	OK
FILTRO LUBRIFICANTE 1R-1807	OK
TROCAR FILTRO SEPARADOR	OK
ELEMENTO 9M2341	OK
TROCAR OLEO DO MOTOR	OK
ÓLEO 15W40	OK
REVISAO MOTONIVELADORA_250 HS	

PREVENTIVA	Execução
CABINE: VERIFICAR LÂMPADAS DE CONTROLE DO PAINEL, ASSENTO DO OPERADOR, FILTROS DO AR CONDICIONADO	S N
MOTOR: VERIFICAR ESTADO DAS CORREIAS, HÉLICE E RADIADORES	OK
MOTOR: VERIFICAR MANGOTES DE ÁGUA, MANGUEIRAS DE COMBUSTÍVEL	OK
MOTOR: VERIFICAR SISTEMA DE ADMISSÃO E FILTROS DE AR	OK
SISTEMA ELÉTRICO: VERIFICAR BATERIAS (POLOS E FLUIDOS), TERMINAIS, LÂMPADAS E FARÓIS	OK
VERIFICAR CORREIA DO AR CONDICIONADO E ROLAMENTO DO ESTICADOR	OK
VERIFICAR ESTADO DOS PNEUS E SE POSSÍVEL CALIBRAR	OK
VERIFICAR EXISTENCIA DE VAZAMENTOS HIDRÁULICOS	OK
VERIFICAR FOLGAS DAS CRUZETAS E LUVAS	OK
VERIFICAR FOLGAS DO CÍRCULO E DESLOCAMENTO DO BULLDOZER	OK
VERIFICAR FOLGAS DOS PINOS E BUCHAS DOS CILINDROS	OK
VERIFICAR TERMINAIS DE DIREÇÃO E FOLGAS DO EMBUCHAMENTO DIANTEIRO	OK

OBS: Vazamento na transmissão.

EXECUTOR

RESPONSÁVEL

**ANEXO 6 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO
PREVENTIVA MOTONIVELADORA**

Ordem de Serviço

Nº 4.065

Nº RM: 31219

PREVENTIVA		Data de Emissão 13/10/2018	Data Inicial / /	Data Final / /
Obra PREF. MUNICIPAL		Solicitante	Hora Inicial : :	Hora Final : :
Equipamento	Dif. p/ Vencimento: -339	Horímetro		
MN-22 CAT 12H MOTONIVELADORA		Atual 11.415	Vencimento 11.754	Executado
MOTONIVELADORA_12H CAT 0500 HS				Execução
PREVENTIVA				S N
TROCAR FILTRO DA TRANSMISSAO				
FILTRO TRANSMISSÃO 1R-0773		QTDE:	1	
TROCAR FILTRO DO HIDRAULICO				
FILTRO HIDRAULICO 1R-0774		QTDE:	1	
OBSERVAÇÃO				
OBSERVAÇÃO				
EXECUTOR		RESPONSÁVEL		

ANEXO 6 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO PREVENTIVA MOTONIVELADORA

Ordem de Serviço

Nº 4.065

Nº RM: 31219

PREVENTIVA		Data de Emissão 13/10/2018	Data Inicial / /	Data Final / /
Obra PREF. MUNICIPAL		Solicitante	Hora Inicial : :	Hora Final : :
Equipamento		Dif. p/ Vencimento: -300	Horímetro	
MN-22	CAT 12H	MOTONIVELADORA	Atual 11.415	Vencimento 11.715
MOTONIVELADORA_12H CAT 1000 HS			Executado	
			Execução S N	
PREVENTIVA				
TROCAR FILTRO DE AR PRIMARIO				
FILTRO DE AR 1º 61-0273			QTDE:	1
TROCAR FILTRO DE AR SECUNDARIO				
FILTRO DE AR 2º 61-0274			QTDE:	1
TROCAR FILTRO DO AR CONDICIONADO PRIMARIO				
FILTRO AR-CONDICIONADO 1º 231-4486			QTDE:	1
TROCAR FILTRO DO AR CONDICIONADO SECUNDARIO				
FILTRO AR-CONDICIONADO 2º 232-1732			QTDE:	1
TROCAR OLEO DA TRANSMISSAO				
OLEO SAE 50			QTDE:	47
OBSERVAÇÃO				
OBSERVAÇÃO				
EXECUTOR			RESPONSÁVEL	
_____			_____	

ANEXO 6 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO PREVENTIVA MOTONIVELADORA

Ordem de Serviço

Nº 4.065

Nº RM:

PREVENTIVA		Data de Emissão 13/10/2018	Data Inicial / /	Data Final / /
Obra PREF.MUNICIPAL DE		Solicitante	Hora Inicial : :	Hora Final : :
Equipamento		Dif. p/ Vencimento: -475	Horímetro	
MN-22	CAT 12H	MOTONIVELADORA	Atual 11.415	Vencimento 11.889,5
			Executado	

MOTONIVELADORA_12H CAT 2000 HS		Execução	
		S	N
PREVENTIVA			
TROCAR OLEO DO COMANDO DO CIRCULO			
TROCAR OLEO DO TANDEM DO LADO DIREITO			
TROCAR OLEO DO TANDEM DO LADO ESQUERDO			
TROCAR OLEO DO TANQUE HIDRAULICO			

OBSERVAÇÃO

OBSERVAÇÃO

EXECUTOR

RESPONSÁVEL

ANEXO 7 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO PREVENTIVA RETROESCAVADEIRA

Ordem de Serviço

Nº 3.668

Nº RM: 27533

PREVENTIVA		Data de Emissão 08/08/2018	Data Inicial / /	Data Final / /
Obra 131/2009-		Solicitante	Hora Inicial : :	Hora Final : :
Equipamento RE-09 CAT 420E 4X4 RETRO ESCAVADEIRA	Diff. p/ Vencimento: -17	Horímetro		
		Atual 7.324,3	Vencimento 7.341,3	Executado

RETRO ESCAVADEIRA_420E CAT 0250 HS		Execução	
		S	N
PREVENTIVA			
TROCAR FILTRO DE COMBUSTIVEL			
FILTRO COMBUSTIVEL 228-9130	QTDE: 1		
TROCAR FILTRO LUBRIFICANTE			
FILTRO LUBRIFICANTE 7W-2326	QTDE: 1		
TROCAR FILTRO SEPARADOR			
FILTRO SEP. 156-1200	QTDE: 1		
TROCAR OLEO DO MOTOR			
ÓLEO 15W40	QTDE: 8		
RETRO ESCAVADEIRA_420E CAT 1000 HS		Execução	
		S	N
PREVENTIVA			
TROCAR FILTRO DE AR PRIMARIO			
FILTRO DE AR 1º 293-4053	QTDE: 1		
TROCAR FILTRO DE AR SECUNDARIO			
FILTRO DE AR 2º 227-7449	QTDE: 1		
TROCAR OLEO DA PLANETARIA DIANTEIRA DO LADO DIREITO			
OLEO SAE 50	QTDE: 0,5		
TROCAR OLEO DA PLANETARIA DIANTEIRA DO LADO ESQUERDO			
OLEO SAE 50	QTDE: 0,5		
TROCAR OLEO DA PLANETARIA TRASEIRA DO LADO DIREITO			
OLEO SAE 50	QTDE: 1		
TROCAR OLEO DA PLANETARIA TRASEIRA DO LADO ESQUERDO			
OLEO SAE 50	QTDE: 1		
TROCAR OLEO DA TRANSMISSAO			
OLEO SAE 50	QTDE: 19		
TROCAR OLEO DIFERENCIAL DIANTEIRO			

EXECUTOR

RESPONSÁVEL

ANEXO 7 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO PREVENTIVA RETROESCAVADEIRA

Ordem de Serviço

Nº 3.668

Nº RM: 27533

PREVENTIVA		Data de Emissão 08/08/2018	Data Inicial / /	Data Final / /
Obra 131/2009-		Solicitante	Hora Inicial :	Hora Final :
Equipamento RE-09 CAT 420E 4X4 RETRO ESCAVADEIRA	Dif. p/ Vencimento: -17	Horímetro		
		Atual 7.324,3	Vencimento 7.341,3	Executado

OLEO SAE 50	QTDE:	11	
TROCAR OLEO DIFERENCIAL TRASEIRO			
OLEO SAE 50	QTDE:	17	
REVISAO RETRO 250 HRS			Execução
PREVENTIVA			S N
AR CONDICIONADO: VERIFICAR FILTROS DE CABINE			
CABINE: VERIFICAR LÂMPADAS DE CONTROLE DO PAINEL, ASSENTO DO OPERADOR, FILTROS DO AR CONDICIONADO			
CONCHA: VERIFICAR LÂMINA, UNHAS E SUPORTES			
MOTOR: VERIFICAR ESTADO DAS CORREIAS, HÉLICE E RADIADORES			
MOTOR: VERIFICAR MANGOTES DE ÁGUA, MANGUEIRAS DE COMBUSTÍVEL			
MOTOR: VERIFICAR SISTEMA DE ADMISSÃO E FILTROS DE AR			
SISTEMA ELÉTRICO: VERIFICAR BATERIAS (POLOS E FLUIDOS), TERMINAIS, LÂMPADAS E FARÓIS			
VERIFICAR EXISTENCIA DE VAZAMENTOS HIDRÁULICOS			
VERIFICAR FOLGA DOS ARTICULADORES DA DIREÇÃO			
VERIFICAR FOLGA DOS PINOS E BUCHAS DAS SAPATAS ESTABILIZADORAS			
VERIFICAR FOLGA DOS PINOS E BUCHAS DO BRAÇO DA RETRO			
VERIFICAR FOLGAS DOS PINOS E BUCHAS DA CONCHA			
OBSERVAÇÃO			

OBSERVAÇÃO

EXECUTOR

RESPONSÁVEL

ANEXO 7 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO PREVENTIVA RETROESCAVADEIRA

Ordem de Serviço

Nº 3.535

Nº RM: 26570

PREVENTIVA		Data de Emissão 20/07/2018	Data Inicial / /	Data Final / /
Obra 131/2009-		Solicitante	Hora Inicial :	Hora Final :
Equipamento RE-09 CAT 420E 4X4 RETRO ESCAVADEIRA	Diff. p/ Vencimento: -15	Horímetro		
		Atual 7.324,3	Vencimento 7.339	Executado

RETRO ESCAVADEIRA_420E CAT 0500 HS		Execução	
PREVENTIVA		S	N
TROCAR FILTRO DA TRANSMISSÃO			
FILTRO TRANSMISSÃO 4717-003	QTDE: 1		
TROCAR FILTRO DO HIDRAULICO			
FILTRO 4656505	QTDE: 1		
OBSERVAÇÃO			

OBSERVAÇÃO

EXECUTOR

RESPONSÁVEL

**ANEXO 7 – PROGRAMAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MANUTENÇÃO
PREVENTIVA RETROESCAVADEIRA**

Ordem de Serviço				Nº 4.065	
				Nº RM:	
PREVENTIVA		Data de Emissão 13/10/2018		Data Inicial / /	Data Final / /
Obra DISPONIBILIDADE		Solicitante		Hora Inicial : :	Hora Final : :
Equipamento		Dif. p/ Vencimento: -1.073		Horímetro	
RE-09	CAT 420E 4X4	RETRO ESCAVADEIRA		Atual 7.324,3	Vencimento 8.397
RETRO ESCAVADEIRA_420E CAT 2000 HS					Executado
					Execução
PREVENTIVA					S
TROCAR OLEO DO TANQUE HIDRAULICO					N
OBSERVAÇÃO					
OBSERVAÇÃO					

EXECUTOR

RESPONSÁVEL