



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

MILSON FERNANDO DE LIRA TAVARES JÚNIOR

**PROPOSTA DE MODELO DE SISTEMA PARA GERENCIAMENTO DE
EQUIPAMENTOS MÓVEIS**

JOÃO PESSOA

2019

MILSON FERNANDO DE LIRA TAVARES JÚNIOR

**PROPOSTA DE MODELO DE SISTEMA PARA GERENCIAMENTO DE
EQUIPAMENTOS MÓVEIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus I, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Koje Daniel Vasconcelos Mishina

JOÃO PESSOA

2019

MILSON FERNANDO DE LIRA TAVARES JÚNIOR

**PROPOSTA DE MODELO DE SISTEMA PARA
GERENCIAMENTO DE EQUIPAMENTOS MÓVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado pelo acadêmico MILSON FERNANDO DE LIRA TAVARES JÚNIOR, do curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica da Universidade Federal da Paraíba, tendo obtido o conceito _____, conforme apreciação da Banca Examinadora:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Koje Daniel Vasconcelos Mishina

(Orientador - UFPB)

Prof. Dr. Jean Pierre Veronese

(Examinador - UFPB)

Eng. Arian França Costa Araújo

(Convidado - Engenheiro mecânico)

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	I
LISTA DE FIGURAS	II
LISTA DE SIGLAS.....	III
GLOSSÁRIO	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
CAPÍTULO I.....	1
1- OBJETIVO	2
2- JUSTIFICATIVA	2
CAPÍTULO II.....	3
1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
1.1- CONCEITO DE MANUTENÇÃO.....	3
1.2- TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	3
1.2.1- MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA	4
1.2.2- MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA	5
1.2.3- MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	6
1.2.4- MANUTENÇÃO PREDITIVA	7

1.2.5- MANUTENÇÃO DETECTIVA	8
1.2.6- ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO.....	8
1.3- POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO	9
1.3.1- MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM).....	9
1.3.2- MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE (MCC).....	11
1.4- MERCADO E GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÓVEIS NO BRASIL.....	12
1.5- SISTEMA DE GESTÃO	12
CAPÍTULO III.....	14
1- MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
1.1- BANCO DE DADOS	15
1.1.1- CADASTRAMENTO DA EMPRESA.....	15
1.1.2- CADASTRAMENTO DA FROTA	16
1.1.3- CADASTRO E HISTÓRICO DE FORNECEDORES	18
1.1.4- REGISTRO DE COMBUSTÍVEL E LUBRIFICANTES.....	19
1.1.5- HISTÓRICO DO EQUIPAMENTO.....	20
1.1.6- CONTROLE DE PNEUS E MATERIAL RODANTE	22
2- CONTROLE DO SISTEMA.....	26
3- RELATÓRIOS.....	28

CAPÍTULO IV	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
CAPÍTULO V	32
BIBLIOGRAFIA.....	32

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e sabedoria para poder superar todas as dificuldades que apareceram no decorrer do curso, ofereço a Nossa Senhora, minha mãe que não cansa de interceder por mim.

Aos meus pais e irmão que sempre me deram tanto apoio, em especial nos momentos mais difíceis da caminhada.

A minha amada esposa a qual não cansa de me incentivar e apoiar incondicionalmente.

A esta instituição, professores e servidores que contribuíram para meu aprendizado e de tantos outros amigos de curso.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de manutenção (fonte: www.abraman.org.br/Arquivos/187/187.ppt)	4
Figura 2. Layout do sistema para o cadastro de empresas que utilizam o sistema	16
Figura 3. Janela do sistema para cadastramento de equipamentos, parte 1... 17	
Figura 4. Janela do sistema para cadastramento de equipamentos, parte 2... 18	
Figura 5. Janela responsável pelo cadastramento de fornecedores e seu histórico de serviços.....	19
Figura 6. Registro de consumo de combustível e lubrificantes.....	20
Figura 7. Local onde é possível acessar todo o histórico de serviços já realizados no equipamento.	22
Figura 8. Janela do sistema responsável pelo cadastramento de pneus em utilização por equipamento.	23
Figura 9. Janela de controle dos pneus em utilização.	24
Figura 10. Controle do material rodante em utilização por equipamento.	25
Figura 11. Dashboard do controle da frota.	27
Figura 12. Ilustração do processo de benchmarking (fonte: Engeteles).	29

LISTA DE SIGLAS

TPM - Manutenção produtiva total

MCC – Manutenção centrada na confiabilidade

MTBF – Tempo médio entre falhas

MTTR – Tempo médio para reparo

MPd – Cumprimento dos planos de manutenção preditiva

MP – Cumprimento dos planos de manutenção preventiva

MTM – Plano de manutenção preventiva

GLOSSÁRIO

Dashboard	dashboard, é um painel visual que apresenta, de maneira centralizada, um conjunto informações: indicadores e suas métricas.
Benchmarking	é um processo de comparação de produtos, serviços e práticas empresariais.
Software	conjunto de componentes lógicos de um computador ou sistema de processamento de dados

RESUMO

A busca constante por melhor desempenho é ferramenta chave para a competitividade de qualquer empresa e no ramo de equipamentos móveis não é diferente, no Brasil esse setor vem crescendo bastante e a tendência é que continue assim por um longo período devido à forte dependência da frota rodoviária para o escoamento da produção brasileira, toda via, a infraestrutura e manutenção das estradas também depende de equipamentos móveis. Tendo conhecimento de toda essa dependência e visto que esse tipo de equipamento carrega grandes custos diretos e indiretos, o presente trabalho apresenta um modelo de sistema computacional para gestão desses equipamentos, baseado em dados fundamentais que devem alimentá-lo e esse por sua vez é processado gerando indicadores que irão apoiar as tomadas de decisões do gestor.

Palavras Chave: Gestão equipamentos móveis, Programa computacional, Frotas, Indicadores de desempenho

ABSTRACT

Brazil's mobile equipment sector is growing rapidly and is driven mainly by the dependence of the road fleet that promotes most of the country's logistics, the trend is that it continues to rise in view of the increase in e-commerce being the sector that requires constant improvement throughout the transport chain. This growth implies strong investments in the infrastructure sector, also heating the construction sector, which in turn depends on mobile equipment able to meet the needs of each construction, for example the large cranes used for the construction of bridges, machinery and trucks for maintenance and creation of new highways and among others.

All growth, whatever the sector, should be thought and planned, for the mobile equipment management software is fundamental, and this in turn must provide updated data and consistent with the present situation, and from this information the responsible manager you can always make the best decisions based on technical-financial indicators allied to each company's strategy.

Keywords: Mobile equipment management, Computer software, Fleets, Performance indicators

CAPÍTULO I

1- Introdução

A constante evolução tecnológica e o crescimento das demandas do setor produtivo tornaram fundamentais as exigências inerentes à garantia da funcionalidade dos equipamentos e processos. Neste contexto, a habilidade das empresas contemporâneas de gerir seus ativos, com a necessária competência e eficiência, em busca de um diferencial competitivo está fortemente vinculada a sua política de gestão da manutenção (Novacki *et al.*, 2009).

O objetivo da manutenção vai além de apenas manter o equipamento funcionando, esta também deve sempre buscar o aumento na eficiência e redução de custos ao mesmo tempo que deve manter a segurança do operador e meio ambiente. O acesso a informações recolhidas durante a utilização do equipamento é fundamental para que engenheiro responsável possa sempre está avaliando e melhorando todo o processo e máquina.

Vale salientar que as informações armazenadas pelo sistema devem ser organizadas de modo a facilitar o trabalho, logo deve ser bem apresentada e de fácil acesso.

As planilhas de Excel são largamente utilizadas e auxiliam bastante o trabalho do gestor, porém a integração entre bancos de dados é uma tarefa difícil e que implica em um conhecimento profundo da ferramenta por parte do usuário, o sistema de gestão proposto no presente trabalho deve integrar os bancos de dados e fornecer todas as informações necessárias para o gestor/usuário de maneira fácil, rápida e intuitiva.

1- OBJETIVO

Esse trabalho tem o objetivo de desenvolver a lógica a ser utilizada por um software designado a gestão de equipamentos móveis, onde esse deverá ser capaz de armazenar dados, gerar indicadores técnicos e relatórios. De modo que por meio de sua utilização o gestor possa aumentar a eficiência, reduzir custos, aumentar a segurança e conseqüentemente ter total controle da situação dos equipamentos. É proposto um modelo baseado em plataforma online permitindo a realização de *benchmarking*, dando uma visão geral sobre a situação atual comparado as outras empresas do mesmo segmento que também fazem utilização da plataforma, pontuando onde é possível melhorar.

2- JUSTIFICATIVA

A necessidade gerada pela forte concorrência faz as empresas buscarem constantemente melhorias nos seus processos e serviços, a utilização de softwares de gestão influencia diretamente no retorno produtivo de seus ativos, onde a manutenção sendo uma área estratégica deve sempre apresentar resultados eficientes.

Um bom software de gestão proporciona para a empresa ferramentas capazes de viabilizar a determinação de ações com finalidade de otimizar o uso dos recursos e ativos, por meio de redução de custos e aumento na eficiência.

O uso de equipamentos móveis vem crescendo bastante, porém nem sempre está associado a uma boa gestão de ativos, portanto é fundamental o contínuo estudo de modelos e melhorando nas técnicas atualmente utilizadas.

CAPÍTULO II

1- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1- CONCEITO DE MANUTENÇÃO

A palavra, derivada do latim *manus tenere*, que significa “manter o que se tem, de acordo a Associação Francesa de Normalização (AFNOR – em francês, L’Association Française de Normalisation), no item NF 60-010, “manutenção é o conjunto de ações que permitem restabelecer um bem para seu estado específico ou medidas para garantir um serviço determinado”.”, já na referência normativa NBR 5462/1994, em seu item 2.81, define manutenção como “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual ele possa desempenhar uma função requerida”

Observamos que sempre é enfatizando a preocupação com o bom funcionamento das máquinas e dos equipamentos, principalmente no sistema produtivo. Em outras palavras, manutenção significa o cuidado com vistas à conservação e ao bom funcionamento do equipamento.

1.2- TIPOS DE MANUTENÇÃO

Segundo Alan Kardec (2010), “A maneira pela qual é feita a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações caracteriza os vários tipos de manutenção existentes.” Sabemos que na gestão estratégica partimos da manutenção corretiva não planejada para a engenharia de manutenção.

Para melhor entendimento a Abraman (Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos) desenvolveu o seguinte diagrama, onde representa a evolução e tipos de manutenção.



Figura 1. Tipos de manutenção (fonte: www.abraman.org.br/Arquivos/187/187.ppt)

1.2.1- MANUTENÇÃO CORRETIVA NÃO PLANEJADA

Esse tipo de manutenção é caracterizado pela necessidade de intervir no equipamento após a falha já ter acontecido sem que houvesse o planejamento necessário para a rápida ação corretiva, normalmente implicando em elevados custos.

Em plantas industriais de processo contínuo (petróleo, petroquímico, cimento, etc.), estão envolvidas no seu processamento elevadas pressões,

temperaturas, vazões, ou seja, a quantidade de energia desenvolvida no processo é considerável. Interromper processamentos desta natureza de forma abrupta para reparar um determinado equipamento compromete a qualidade de outros que vinham operando adequadamente e leva-os a colapsos após a partida ou uma redução da campanha da planta. (Carlos Lberto Gurski. 2002, p.13).

Quando uma empresa tem a maior parte de sua manutenção corretiva na classe não planejada, seu departamento de manutenção é comandado pelos equipamentos e o desempenho empresarial da organização, certamente, não está adequado as necessidades de competitividade atuais (Alan Kardec, 2010).

Porém existem casos onde a manutenção corretiva emergência pode ser vantajoso financeiramente para empresa, conforme Xenos (1998), “do ponto de vista do custo da manutenção, a manutenção corretiva é mais barata do que prevenir as falhas nos equipamentos. Em compensação, também pode causar grandes perdas por interrupção.” Logo, cabe a gerencia tomar a decisão de deixar o equipamento funcionar até a falha ou não.

1.2.2- MANUTENÇÃO CORRETIVA PLANEJADA

Define-se por manutenção corretiva planejada toda e, qualquer correção realizada em um equipamento para retomar o desempenho esperado que por decisão gerencial foi preferível que o mesmo operasse até a falha. Essa é a estratégia de manutenção recomendada quando a probabilidade de falha do equipamento ou componente é constante, ou seja, não se altera com o decorrer do tempo, não permitindo, assim, determinar qualquer tipo de tarefa de manutenção para evitar a falha ou mitigar as consequências dela.

Alan Kardec, 2010. “Mesmo que a decisão gerencial seja de deixar o equipamento funcionar até a quebra, essa é uma decisão conhecida e algum planejamento pode ser feito quando a falha ocorrer. Por exemplo, substituir o

equipamento por outro idêntico, ter kit para reparo rápido, preparar o posto de trabalho com dispositivos e facilidades etc.”

Um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado. E será sempre de melhor qualidade. A característica principal da manutenção corretiva planejada é a função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento. Dentre as razões que levam aos melhores resultados esse tipo de manutenção em relação a não planejada está a possibilidade de combinar uma parada para reparo com alguma parada programada na produção, também é possível um melhor preparo da equipe para a execução do serviço e garantia ter as peças necessárias em estoque.

1.2.3- MANUTENÇÃO PREVENTIVA

“Inversamente a política de manutenção corretiva, a manutenção preventiva procura ser obstinadamente evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura prevenir.” (Alan Kardec 2010)

Pode ser definida como sendo a atuação realizada de forma a reduzir/evitar a falha do equipamento de acordo com um planejamento previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo. Xavier (2014) destaca que este modelo de manutenção é de grande importância estratégica para as empresas, pois é a manutenção que garante a disponibilidade dos equipamentos e instalações com confiabilidade, segurança e custos adequados.

Também fazem parte desse tipo de manutenção tarefas sistemáticas como inspeções, reformas e trocas de peças. Quando comparado apenas os custos com a manutenção não planejada, se mostra mais caro, porém em termos gerais é mais vantajosa, tendo em vista que a frequência de ocorrências diminui drasticamente consequentemente menos interrupções na produção e maior disponibilidade do equipamento.

Quanto maior for o custo da falha, o risco a segurança do operador e perda na produção, mais conveniente será a implantação desse tipo de manutenção, porém vale lembrar que essa exige um conhecimento prévio nas ações a serem executadas nas paradas e acima de tudo de um estudo da frequência das falhas atendidas nos registros de ocorrências de Manutenção Corretiva, as informações sobre a vida útil das peças fornecidas pelo fabricante e um diagnóstico das máquinas, Tudo isso associado a um bom gerenciamento de manutenção permitirá o desenvolvimento de um método baseado na construção de um cronograma que permite paradas programadas para realização dos serviços necessários.

1.2.4- MANUTENÇÃO PREDITIVA

Este modelo de manutenção busca realizar a intervenção para correção do equipamento apenas quando o mesmo atingir o máximo da sua vida útil, para isso é necessário o constante monitoramento, podendo estes ser através de instrumentos de medição, análise laboratorial e etc. Neste sentido, Viana (2014) menciona que utilizando este tipo de manutenção, é possível evitar perdas de tempo desnecessárias com desmontagens para inspeções, fazendo com que o equipamento tenha uma disponibilidade operacional garantida.

Para (Nepomuceno, 1989), “manutenção preditiva ou monitoramento sob condição é a manutenção executada no momento adequado e antes que se processe o rompimento ou falha do componente”

Se observado apenas o custo da manutenção preventiva em relação as outras modalidades fica difícil justificar a sua utilização tendo em vista o preço de sua implantação, porém quando é realizado uma profunda análise de custos o investimento é justificado em muitos dos casos onde o custo das peças é muito alto, a parada repentina na produção envolve elevado risco e custo. Porém vale salientar que nem todos os equipamentos permite a instalação de instrumentos para medição/monitoramento.

Mas para Alan Kardec 2010, “A Manutenção Preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na Manutenção e tanto mais se intensifica quanto mais conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.” É fundamental que a mão-de-obra seja bem preparada para a sua execução pois não basta medir, é preciso processar e analisar os dados para então ser formulado um diagnóstico que será usado para a tomada de decisões.

1.2.5- MANUTENÇÃO DETECTIVA

Manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção, de forma a detectar falhas ocultas ou não-perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Desse modo, tarefas executadas para verificar se um sistema de proteção ainda está funcionando representam a Manutenção detectiva.

Para (Xavier, 2014), “Este tipo de manutenção busca detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção, visando oferecer maior confiabilidade dentro das operações.”

1.2.6- ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Para (Alan Kardec,2010), “A Engenharia de Manutenção é a segunda quebra de paradigma na manutenção, a sua prática significa uma mudança cultural no setor”. Praticar a engenharia de manutenção significa deixar de ficar

consertando continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver manutenibilidade, dar feedback ao projeto, interferir tecnicamente nas compras, perseguindo o benchmarking em manutenção que é muito importante a comparação do setor com o mesmo de outras empresas, possibilitando uma autocrítica e certeza de melhoramento contínuo.

Esse tipo de manutenção consolida rotinas e melhorias técnicas nos equipamentos, buscando sempre melhorar. Dentre as principais atribuições estão: Aumentar a confiabilidade, disponibilidade e segurança; eliminar problemas crônicos; melhorar a manutenibilidade; fazer análises de falhas e estudos.

1.3- POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO

1.3.1- MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM)

A Manutenção Produtiva Total surgiu no Japão como uma evolução da manutenção corretiva para a preventiva. Na sua filosofia o operador por ser o elo mais próximo entre o setor de manutenção e o equipamento, possui mais conhecimento para contribuir nos reparos e modificações.

Davis (1995) afirma que a TPM pode ser considerada uma filosofia, uma coleção de práticas e técnicas destinadas a maximizar a capacidade dos equipamentos e processos utilizados pela empresa. Ela contempla tanto a manutenção dos equipamentos, como também os aspectos relacionados a sua instalação e operação. Seguindo os preceitos japoneses, a essência da TPM

reside na motivação e no enriquecimento das pessoas que trabalham na empresa.

Já para (Yamaguchi, 2005), a TPM é um conjunto de atividades onde o compromisso é voltado para o resultado, buscando atingir a máxima eficiência do processo produtivo, bem como maximizar a vida útil dos ativos de modo a atingir a perda zero.

A TPM é baseada em cinco pilares que envolve não apenas o setor de manutenção, mas todos os setores da empresa preparando-a para atingir metas como o aumento da confiabilidade, defeito e falha zero e conseqüentemente aumentar sua lucratividade. Os pilares são:

- Eficiência;
- Autoreparo;
- Planejamento;
- Treinamento;
- Ciclo de vida;

Que estão baseados nos seguintes princípios:

- Criação de um programa de operações básicas de manutenção para serem executadas pelos operadores;
- Implantação de um sistema de gerenciamento do equipamento;
- Criação de um programa de treinamento para capacitação dos operadores e mecânicos;
- Estabelecimento de cronogramas de atividades para evitar paradas imprevistas;

Nakajima (1988) apresenta os requisitos mínimos para o desenvolvimento do TPM, que são organizados em cinco atividades: capacitação dos recursos humanos, implementação de melhorias nos equipamentos, estruturação da manutenção autônoma, estruturação da manutenção planejada e estruturação para o controle de novos equipamentos.

Para Paccola (2011) a TPM pode ser aplicada em todas as áreas de uma empresa e não somente na manutenção, uma vez que aproxima as áreas de operação e manutenção, normalmente muito conflituosas. Pois, tudo o que não se transforma em produto com qualidade para ser entregue deve ser encarado como desperdício, inclusive o tempo que costuma ser uma variável que sofre muitas perdas.

1.3.2- MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE (MCC)

A Manutenção Centrada na Confiabilidade pode ser definida como sendo o conjunto de técnicas de engenharia de manutenção unidas para garantir o melhor funcionamento possível dos equipamentos, de modo que a sua abordagem sistemática e racional vem sendo reconhecida como uma das melhores formas para melhorar o setor de manutenção. Esse modelo vem fazendo empresas atingirem níveis de excelência nas suas atividades de manutenção, diminuindo as falhas e custos em quanto aumenta a confiabilidade de seus equipamentos.

Segundo Seixas (2002), trabalhando a MCC, é possível avaliar a criticidade das falhas e identificar as consequências significantes que afetam a segurança, a disponibilidade ou o custo. Deste modo, o uso desta metodologia permite selecionar as tarefas adequadas de manutenção direcionadas para cada tipo de operação.

A MCC contempla planejar o que deve ser feito quando não pode ser estabelecida uma atividade pró-ativa pertinente. Nos casos em que a consequência da falha é considerada grave e não é possível empreender atividades preventivas ou preditivas, pode ser necessário empreender

atividades de procura de falhas ou decidir pelo redesenho de subsistemas (permitindo o uso de redundância e alarmes que antecipem a falha potencial).

1.4- MERCADO E GESTÃO DE EQUIPAMENTOS MÓVEIS NO BRASIL

A frota brasileira de automóveis, caminhões e ônibus chegou a 43 milhões em 2017, segundo o censo 2017 do IBGE o número de máquinas agrícolas chega a 1,2 milhões. Somado a equipamentos do seguimento de construção civil e mineração, estima-se que a quantidade de equipamentos móveis beira os 45 milhões que representa um grande mercado para o setor de manutenção e gestão.

Porém vale lembrar que os equipamentos móveis têm uma grande diferença quando comparado aos fixos, pois estes estão submetidos a cargas dinâmicas, coisa que não ocorre nos fixos e estas cargas contribuem para certos tipos de falhas e quebras que são comuns nos equipamentos móveis, outras variáveis como constante mudanças nas condições climáticas, constante mudança no local onde é utilizado e operador aumentam o nível de complexidade para o setor de manutenção.

Todos estes fatores fortalecem a necessidade de um modelo de gestão que seja capaz de fornecer dados confiáveis que auxiliem as empresas que tenham tais equipamentos a tomar as decisões necessárias para diminuir os custos e aumentar seus lucros.

1.5- SISTEMA DE GESTÃO

O apoio de *software* para a gestão da manutenção constitui um aspecto fundamental para agilizar e aprimorar as atividades de planejamento. O uso de *software* permite o armazenamento de grandes volumes de dados, acelera a

análise dos dados registrados e qualifica a tomada de decisão. Essencialmente, o *software* de gestão da manutenção deve ser capaz de:

- (i) estabelecer um programa de gerenciamento de ativos, antecipando a necessidade de reparos e substituições,
- (ii) estabelecer a programação da manutenção preventiva e preditiva,
- (iii) registrar as informações referentes a intervenções corretivas,
- (iv) gerenciar o estoque de peças de reposição,
- (v) fornecer ordens de manutenção contendo data, equipe, ferramentas e peças necessárias.

Um aspecto importante a ser considerado é a integração do *software* de manutenção com os demais sistemas utilizados na empresa. Idealmente, o *software* de manutenção deve estar integrado aos módulos que tratam da programação da produção e aquisição de suprimentos. Além disso, sua estrutura deve estar alinhada à filosofia de trabalho estabelecida pelo departamento de manutenção.

CAPÍTULO III

1- MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema proposto no presente trabalho tem o objetivo de auxiliar a gestão de equipamentos moveis através de uma plataforma capaz de reunir informações fundamentais para o bom gerenciamento dos equipamentos. Tendo em vista a competitividade do mercado e a importância estratégica do bom direcionamento dos recursos de toda e qualquer empresa, é fundamental que o gestor dos equipamentos tenha em mãos dados que reflitam a realidade e auxiliem nas decisões.

Para o desenvolvimento do sistema foi escolhido uma plataforma WEB que proporcione uma interface intuitiva, de rápido e fácil manuseio. A plataforma escolhida permite uma boa organização do banco de dados, ferramentas gráficas e acesso ao sistema por diversos tipos de dispositivos incluído os dispositivos móveis como celulares e tablets, além da exportação de dados através de planilhas do Excel.

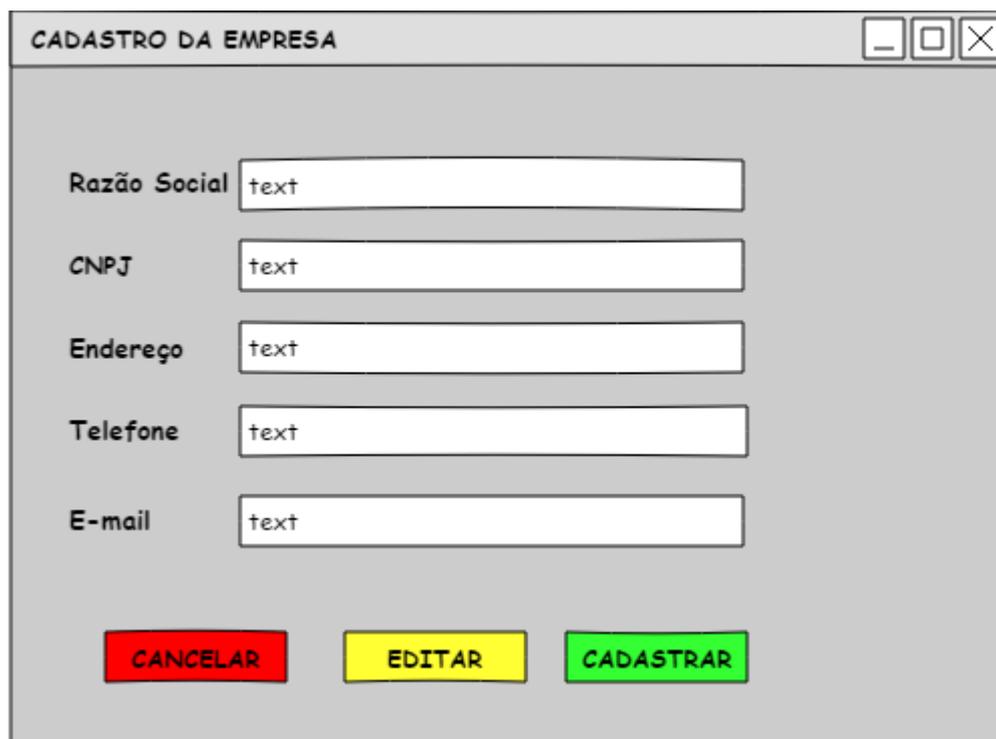
O sistema deve ser alimentado rotineiramente com as informações reais dos acontecimentos da empresa, essas serão salvas no banco de dados e processadas gerando diversos relatórios fornecidos ao gestor. O acesso ao sistema será por meio de login e senha pessoal, todas as configurações e permissões deverão ser autorizadas previamente pelo contratante do sistema, possibilitando maior segurança para o gestor e facilidade para o operador, tendo em vista que esse terá acesso apenas as informações que dizem respeito a suas tarefas.

1.1- BANCO DE DADOS

O banco de dados é o responsável de armazenar todas as informações necessárias para o funcionamento do sistema de forma organizada e acessível, esse deve conter dois níveis, o superior com informações gerais da empresa, seus equipamentos e fornecedores, e o nível inferior onde cada equipamento tem seu próprio banco de dados onde é lançado informações específicas daquela unidade, como por exemplo o lançamento de combustível do equipamento X e assim por diante.

1.1.1- CADASTRAMENTO DA EMPRESA

A empresa contratante do sistema deve preencher essa aba com todas as suas informações, essas ficaram armazenadas usadas para o preenchimento de documentos como ordens de serviços, solicitação de orçamento e cabeçalho de relatórios, conforme apresentado na figura 2.



CADASTRO DA EMPRESA

Razão Social text

CNPJ text

Endereço text

Telefone text

E-mail text

CANCELAR EDITAR CADASTRAR

Figura 2. Layout do sistema para o cadastro de empresas que utilizam o sistema

1.1.2- CADASTRAMENTO DA FROTA

Nesse item a empresa contratante do sistema deve cadastrar todos os equipamentos que deseja monitorar conforme a figura 3. É composto por duas abas, a primeira contendo informações gerais do equipamento como modelo, ano de fabricação, número de série, custo de aquisição, tipo de implemento e etc.

The image shows a software window titled "CADASTRO DE EQUIPAMENTO 1" with a subtitle "Especificações do equipamento". The window contains several input fields for equipment details and a section for control type. At the bottom, there are three buttons: "CANCELAR" (red), "LIMPAR" (yellow), and "AVANÇAR" (green).

Field	Value
Tipo do equipamento	Caminhão
Marca	Volvo
Modelo	FMX 400
Ano	2014
Número de série	2014.049.057.54-52
Implemento	Basculante
Dimensões	2,5m x 3m x 8,5m
Peso (em toneladas)	14 Toneladas
Capacidade	6 m3

Tipo de controle

- Horas de trabalho
- Quilômetros rodados

Figura 3. Janela do sistema para cadastramento de equipamentos, parte 1.

A segunda aba (figura 4) é responsável pelo cadastramento do volume de todos os compartimentos do equipamento, tipo e viscosidade do lubrificante, referência do filtro de cada um dos sistemas além de informar a frequência da substituição dos fluidos e filtros. Todo o controle de manutenção preventiva de lubrificação dependerá das informações contida nessa aba.

CADASTRO DE EQUIPAMENTOS 2

Especificações Técnicas

Compartimentos	Capacidade	Frequencia	Tipo de flúido	Filtro	Frequencia
Combustível	240	0	S10	VFM8795	500
Motor	22	500	15W40	VFM1025	500
Transmissão	10	2000	80W90	N/A	-
Hidráulico	15	2000	15W40	H7895	500
Arrefecimento	12	2000	ADITIVO	N/A	-

Figura 4. Janela do sistema para cadastramento de equipamentos, parte 2.

1.1.3- CADASTRO E HISTÓRICO DE FORNECEDORES

Ter os principais fornecedores cadastrados torna mais ágil a solicitação de orçamentos além de ser possível acessar o histórico de serviços realizados com cada um deles juntamente com os prazos, garantia e custo. O sistema utiliza do registro de históricos dos fornecedores (figura 5) para alocar o serviço e ou peças compradas no devido equipamento pois essas informações são de fundamental importância para o contínuo aprimoramento em seu plano de manutenção.

CADASTRO E HISTÓRICO DOS FORNECEDORES

RAZÃO SOCIAL: Metalurgica do Sr. João CNPJ: 111.0001.589/01

RAMO/SERVIÇO: Solda ENDEREÇO: Rua do futuro, 780. Centro, João Pessoa

TELEFONE: (83)3333-3333 E-MAIL: metalurgicasrjoao@email.com

HISTÓRICO COM A EMPRESA

Data	Descrição	Medição
15/09/2018.....	Serviço de solda no implemento.....	2472 Horas

CANCELAR LIMPAR CONCLUIR

Figura 5. Janela responsável pelo cadastramento de fornecedores e seu histórico de serviços.

1.1.4- REGISTRO DE COMBUSTÍVEL E LUBRIFICANTES

O armazenamento dos lançamentos de combustível além de obviamente fornecer o custo e consumo, indiretamente é de onde o sistema retira as informações necessárias para o cálculo de nível de utilização do equipamento seja a medição realizada por quilometragem ou horas de trabalho. Por outro lado, o consumo de lubrificantes pode fornecer informações importantes para o setor de manutenção, tendo em vista que a abrupta variação do nível indica um potencial problema e por esse motivo deve ser resolvido em caráter imediato. Sabendo que o custo com combustível é o maior entre os custos operacionais do equipamento móvel, o total controle dessas informações é de fundamental importância para o gestor. As informações necessárias para o registro de combustíveis e lubrificantes são guardadas em uma aba conforme a figura 6.

REGISTRO DE COMBUSTÍVEL E LUBRIFICANTES

ATIVO

PERÍODO

◀ AUG - 2016 ▶

S	M	T	W	T	F	Sa
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

COMBUSTÍVEL

Data	Medição	Qtd.	Local
01/08/16...	2154 H...	162 L	Alm

LUBRIFICANTES E ADITIVOS

Data	Medição	Qtd.	Tipo
27/07/16...	2032H...	2L	Hidra

TOTAL NO PERÍODO

Figura 6. Registro de consumo de combustível e lubrificantes.

1.1.5- HISTÓRICO DO EQUIPAMENTO

Essa seção é reservada para as intervenções nos equipamentos, seja de caráter preventivo ou corretivo, e deverá conter informações gerais da execução do serviço.

Todas as informações contidas aqui são de fundamental importância para a contínua melhoria do sistema e é dividida em duas partes conforme pode-se verificar na figura 7, além de fornecer ao gestor o custo para manter o equipamento em condições de segurança e desempenho, auxiliando assim a tomada de decisões estratégicas para novas aquisições e políticas de preços do serviço.

A primeira é responsável por organizar o histórico de manutenção corretiva, esta deve conter dados do ocorrido como por exemplo a data, hora

de início e término, informações que permite o sistema calcular índices como MTTR (tempo médio para o reparo) e MTBF (tempo médio entre as falhas), estes por sua vez permite o constante melhoramento do plano de manutenção. Outras informações importantes são o local realização e prazo de garantia do serviço ou da peça, é de certa forma normal presenciar empresas que não usam sistema se perderem em meio de tantas informações, tendo em vista que alguns itens e serviços fornecem longos prazos de garantia e quase sempre os custos são elevados.

A segunda parte é responsável por organizar o histórico de manutenção preventiva, e assim como na parte anterior deve conter todas as informações de data, início e término do serviço. O plano de manutenção preventiva sugerido para ser utilizado inicialmente pela empresa contratante do sistema de gestão é o de inspeção e lubrificação mensal e o recomendado pela fabricante que define os componentes e lubrificantes a ser trocado em decorrência da utilização, após um período o gestor será capaz de analisar os dados e frequências das falhas do equipamento através do banco de dados a manutenção corretiva, após o processamento dessas informações será possível aprimorar o plano de manutenção preventiva e/ou desenvolver um plano de manutenção detectiva.

HISTÓRICO DO EQUIPAMENTO

ATIVO

Histórico de execução (Manutenção Preventiva)

Data	Medição	Tipo	Início	Término	Local	Custo
25/07/2018	2496 Horas	Lubrificação	7:20	14:00	Oficina Central	R\$ 380,00

Próxima parada preventiva

Medição	Tipo
3000 horas	Mecânica

Histórico de corretiva

Por período De: Até:

Data	Medição	Sistema	Local	Início	Término	Custo	Garantia	Detalhes
20/07/2018	2442 Horas	Motor e transm	Autorizada Volvo	20/07 7:00	22/07 16:00	R\$ 3800,00	90 dias	Troca da embreagem

Figura 7. Local onde é possível acessar todo o histórico de serviços já realizados no equipamento.

1.1.6- CONTROLE DE PNEUS E MATERIAL RODANTE

O controle desses itens pode gerar grande economia para os custos do setor de manutenção tendo em vista o seu alto valor, em especial quando trata-se de material rodante de equipamentos de grande porte como escavadeiras e trator de esteiras. Esse elevado custo agregado, por si só já justifica um controle rígido, tendo em vista que não é desejável em hipótese alguma chegar a um nível de desgaste acima do limite de recondicionamento, tão pouco uma substituição prematura do mesmo.

Essa seção será dividida em duas conforme pode-se identificar na figura 8, a primeira onde ficará guardado todos os dados relacionados aos equipamentos que fazem utilização de pneus, essa deve armazenar informações de todos os pneus segundo cada marcação, onde está aplicado, modelo, marca, fornecedor e etc. Esses dados serão utilizados pelo sistema para calcular o desempenho e consumo de cada um dos pneus, possibilitando que o gestor alcance um menor custo operacional do equipamento.

Para a realização do castro dos pneus o *software* necessita de algumas informações referente ao equipamento em primeiro momento, são elas: número de eixo e sistema de tração do equipamento, e para os pneus é necessário informações como número de fogo, sulco, modelo, marca, fornecedor, calibragem e a profundidade limite permissível de utilização pois a partir de determinado limite a carcaça do mesmo é comprometida e não é possível obter garantia para o pneu.

CADASTRO DE PNEUS

ATIVO: 104-22987 MEDIÇÃO: 2496 HORAS

DATA: 25/07/2018

NÚMERO DE EIXOS: 3 EIXOS

SISTEMA DE TRAÇÃO: 6X4

	EIXO 1		EIXO 2				EIXO 3			
	Esq.	Dir.	Esq. E.	Esq. I.	Dir. I.	Dir. E.	Esq. E.	Esq. I.	Dir. I.	Dir. E.
NUM. DE FOGO	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109
SULCO	18mm	18mm	20mm							
MODELO	G8	G8	G687							
MARCA	PIRELLI	PIRELLI	G.YEAR.							
FORNECEDOR	SPPNEU									
CALIBRAGEM	110 lbs									
AVISO EM	5mm									

CANCELAR EDITAR SALVAR

Figura 8. Janela do sistema responsável pelo cadastramento de pneus em utilização por equipamento.

Após o cadastramento inicial dos pneus ser concluída, toda e qualquer substituição de pneus realizada posteriormente deverá ser informada na aba de controle de pneus (figura 9), onde deverá conter o motivo da ação e as informações do pneu que vai substituir o retirado.

CONTROLE DE PNEUS

ATIVO: 104-22987 DATA: 25/11/2018 MEDIÇÃO: 3128 HORAS

PNEU SUBSTITUIDO

NUM. DE FOGO: 1100
SULCO: 5 mm

Reformar
 Descarte
 Defeito (garantia)

Descrição

O pneu atingiu o desgaste limite permissível de utilização, enviar para a reformadora

PNEU SUBSTITUTO

NUM. DE FOGO: 1110
SULCO: 25mm
MODELO: G8
MARCA: PIRELLI
FORNECEDOR: SPPNEU
CALIBRAGEM: 110 lbs
AVISO EM: 5mm

CANCELAR **SALVAR**

Figura 9. Janela de controle dos pneus em utilização.

A segunda seção (figura 10) é destinada ao armazenamento das informações referente aos equipamentos que utilizam esteira, como mencionado anteriormente o elevado custo desse item justifica o controle e análise de desgaste. O controle é feito através das rotineiras medições que devem ser realizadas e as informações dos preenchimentos, o recondicionamento só pode ser feito no material base, nunca poderá ser realizado preenchimento sobre um preenchimento realizado anteriormente. O sistema processa essas informações e fornece ao gestor o custo envolvido e a previsão de quando será necessário realizar a substituição do componente,

possibilitando o prévio planejamento financeiro e tempo para negociar valor e prazos junto aos fornecedores.

CONTROLE DE MATERIAL RODANTE

ATIVO DATA MEDIÇÃO

Histórico de aferições

Data	Sapata	Elo da esteira	Roda dentada	Roda guia	Medição
10/01/2017.....	50mm.....	85mm.....	105mm.....	150mm.....	25 horas
22/06/2017.....	42mm.....	80mm.....	98mm.....	121mm.....	872 horas
29/12/2017.....	37mm.....	71mm.....	84mm.....	113mm.....	1462 horas
18/07/2018.....	28mm.....	63mm.....	71mm.....	98mm.....	2014 horas

Limite de desgaste

Sapata
 Elo da esteira
 Roda dentada
 Roda guia

Reparo - Preenchimento

Sapata
 Elo da esteira
 Roda dentada
 Roda guia

DATA
 MEDIÇÃO

Observações

CANCELAR **SALVAR**

Figura 10. Controle do material rodante em utilização por equipamento.

A seção de controle de material rodante do *software* (figura 10) contém informações de todo o histórico de aferições já realizado no material rodante do equipamento, onde é possível acompanhar detalhadamente o consumo do material, a seção de limite de desgaste é onde o responsável pelos equipamentos determina o desgaste máximo permissível porém, vale salientar que é aconselhável que seja inserido manualmente apenas quando o material rodante é novo, pois esse limite é automaticamente corrigido quando realizado preenchimento no material rodante, na seção de reparo o *software* deve ser alimentado com as novas dimensões dos componentes, data, medição e na

área de observações é aconselhável inserir o local e custo do serviço. Também é possível gerar um alerta para o gestor indicando quais equipamentos estão sem atualização de dados a um determinado tempo previamente configurado, deste modo assegura-se que todos os caros equipamentos que utilizam esteira sejam acompanhados frequentemente evitando ao máximo a onerosa manutenção corretiva de emergência.

2- CONTROLE DO SISTEMA

A seção destinada ao controle do sistema deve conter todas as informações necessárias para que o profissional consiga prever as paradas programadas e situações de reparos (conforme a figura 11) possibilitando um controle de planejamento de manutenção mais eficiente e confiável o que é essencial para uma boa harmonia entre o setor de manutenção e o de produção, tendo em vista que o primeiro tem o objetivo de manter as máquinas operando com maior confiabilidade possível e o segundo tem o dever de produzir cada vez mais implicando na não parada do maquinário, logo, a sintonia entre elas é fundamental para a empresa produzir com segurança e confiabilidade, aumentando o seu rendimento e melhorando o planejamento.

CONTROLE DA FROTA

PARADAS PROGRAMADAS | ALERTAS

Data	Ativo	Descrição	Duração	Obs:
02/12/2018	104-5598	Revisão preventiva quinzenal	3horas	OK
03/12/2018	105-8987	Revisão preventiva quinzenal	3horas	Reparo
04/12/2018	105-8988	Revisão de 2000 horas	16 horas	Troc. peças
10/12/2018	009-9998	Revisão preventiva quinzenal	4horas	OK
12/12/2018	104-5600	Revisão preventiva quinzenal	3horas	Reparo
15/12/2018	008-5090	Revisão preventiva quinzenal	4horas	OK

Período: DEZEMBRO-2018

S	M	T	W	T	F	Sa
31	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

Controle de revisão

Ativo:

Início:

Término:

Observações:

Revisão realizada com sucesso, foi reapertado as fixações do implemento e substituição do pneu DE

Pedidos

Destino	Descrição
105-8988	A revisão prevê a substituição de todos os filtros e juntas do sistema de admissão e exaustão

Ativo:

Reparos

Ativo	Descrição
105-8987	O equipamento precisa substituir o pneu TEE2
104-5600	O equipamento está baixando o nível de óleo do motor

Figura 11. Dashboard do controle da frota.

No *dashboard* da figura 11 é possível identificar todas as paradas programadas do período selecionado, está contida informações como o ativo, a descrição da revisão, duração média e observações que pode ser algum reparo necessário que já foi previamente identificado, a necessidade de peças ou se já é possível a sua realização.

Após realizada alguma parada em um dos ativos o responsável por alimentar o sistema deve preencher o “**Controle de revisão**” com todas as informações do ativo, horário do início e término do serviço e em observações preencher de maneira sucinta o trabalho realizado.

Na área de “**Pedidos**” fica à vista do controlador o que deve ser pedido para a realização da manutenção programada do ativo listado, logo o mesmo poderá realizar a compra das peças antecipadamente evitando os atrasos ou não parada do equipamento.

A área de “**Reparos**” é destinada a informações de reparos não emergências que deverão ser analisados na próxima revisão programada, essas informações geralmente são queixas do operador, mecânico ou borracheiro.

3- RELATÓRIOS

Os relatórios gerados pelo sistema devem fornecer ao gestor a real situação de todos os equipamentos, podendo ser organizada por período e/ou equipamento específico. Esses documentos contêm vários indicadores de desempenho cujo o objetivo é servir de parâmetro, os principais estão citados a baixo.

A **Disponibilidade**, que segundo a Associação brasileira de normas técnicas (ABNT) é o tempo que a máquina está disponível para funcionar conforme o programado. Este valor é o maior objetivo da gestão de manutenção. Quanto maior este valor, melhor.

A **Confiabilidade**, que é a probabilidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo estabelecido. (Alan Kardec, 2010).

O **MTBF** ou tempo médio entre falhas, assim como o próprio nome diz, indica o tempo total de bom funcionamento médios entre as falhas de máquinas que podem ser reparáveis. Ou seja: É aqui que podemos mensurar a confiabilidade da máquina. (Alan Kardec, 2010).

O **MTTR** ou tempo médio para reparos, assim como o próprio nome também diz, nos mostra o tempo médio que os funcionários vão levar para colocar a máquina em funcionamento de novo. Em resumo, mede a capacidade da equipe em consertar a falha. (Alan Kardec, 2010).

O **MPd** (Cumprimento dos planos de manutenção preditiva) que tem o objetivo de verificar se o plano de manutenção preditiva está sendo cumprido

ou não. Ele é baseado nas tarefas realizadas do plano de manutenção preditiva divididas pelas ações programadas do plano de manutenção preventiva. (Alan Kardec, 2010).

O **MP** (Cumprimento dos planos de manutenção preventiva) que tem o objetivo de verificar se o plano de manutenção preventiva está sendo cumprido ou não. A forma de calculá-lo é dividindo as tarefas de manutenção preventiva pelas ações agendadas do plano de manutenção preventiva.

O **indicador de consumo de combustível** e lubrificante também é bastante importante, tendo em vista que esse é o maior custo quando tratamos de equipamentos móveis.

O sistema deve ser capaz de gerar os relatórios contendo todos os indicadores ao mesmo tempo que faz a comparação com os meses anteriores. Graças a plataforma escolhida para o desenvolvimento do sistema o processo de **Benchmarking** é possível de maneira fácil e segura conforme pode-se verificar na figura 12, e esse consiste basicamente na comparação de resultados entre empresas e setores, sendo da mesma área de atuação, ou não.

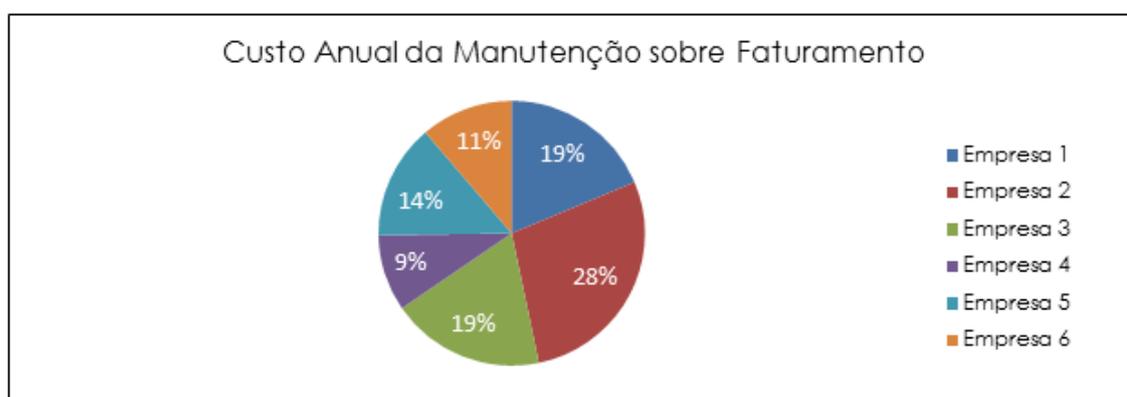


Figura 12. Ilustração do processo de benchmarking (fonte: Engeteles).

Os desafios são constantes no setor de manutenção, os gestores estão sempre focados em manter a competitividade da empresa, controlando melhor os custos da manutenção e realizando investimentos de maneira correta, de

forma em que os retornos venham em tempo hábil para manter o nível de competitividade no mercado.

Tendo em mãos todas as informações contidas nos relatórios, o gestor é capaz de prever os custos, consumo e disponibilidade dos equipamentos para o curto, médio e longo prazo o que gera uma maior confiança para a direção realizar os investimentos e traçar metas realistas e conseqüentemente aumentar a eficiência não só do setor mas de toda a empresa.

CAPÍTULO IV

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da falta de literatura específica a gestão de equipamentos móveis a proposta do sistema se mostra fundamental para uma boa gestão de qualquer empresa que faça utilização de equipamentos móveis de modo geral. Conclui-se que o sistema de gestão proposto nesse trabalho se mostra bastante coerente com o que é requerido pelo mercado de trabalho.

Vale salientar que o sistema não leva em conta os custos relacionados a encargos, impostos, e outras obrigações contábeis naturais de qualquer empresa, porém os dados presentes no sistema continuam tendo imenso valor para o gestor de manutenção e conseqüentemente toda a cadeia de produção.

Foi apresentado a importância de as empresas definirem estratégias de manutenção para seus ativos (equipamentos) de forma sistêmica, bem como a necessidade de utilização do programa de gerenciamento da manutenção econômica como ferramenta para as tomadas de decisões, de modo a proporcionar o constante melhoramento na gestão dos custos de manutenção.

Conforme foi ressaltado o mercado está cada vez mais competitivo e exigente quanto à qualidade e confiabilidade, obrigando as empresas que almejam um crescimento constante a se lançarem com uma estratégia competitiva suportada por uma política agressiva de redução de custos sem comprometer a qualidade dos produtos e serviços. Para tanto, este estudo propôs o um modelo de programa computacional para a gestão de equipamentos móveis condizente com a realidade do presente momento.

Conclui-se que é viável a aplicação do modelo em empresas de médio e grande porte que utilizem equipamentos móveis em suas atividades e esses sejam responsáveis por uma alta parcela dos custos de suas operações.

CAPÍTULO V

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Confiabilidade e Manutenibilidade, Terminologia, NBR 5462. Rio de Janeiro, 1994.

Manutenção Função estratégica. Alan Kardec & Júlio Nascif, 3ª edição. Editora Qualitymark. Rio de Janeiro 2010.

Manutenção Mecânica Industrial: Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada - Paulo Samuel de Almeida - 1a Edição; Editora Érica

NOÇÕES DE CONFIABILIDADE E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL. CARLOS LBERTO GURSKI. Equipe Petrobras. Petrobras / Abastecimento. Curitiba 2002.

Gerenciando a manutenção produtiva. Haliraus G. Xenos. Editora DG. Belo Horizonte 1998.

Manutenção Industrial: Notas de aula. Vírgilio de Mendonça da Costa e Silva. João Pessoa 2018.

Técnicas de manutenção preditiva. NEPOMUCENO, L. X. São Paulo, 1989.

Manutenção corretiva. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/manutencao-corretiva/>>. Acesso em 04 de abril de 2018.

Manutenção preventiva. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/manutencao-preventiva/>>. Acesso em 04 de abril de 2018.

Manutenção preditiva. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/manutencao-preditiva/>>. Acesso em 04 de abril de 2018.

Manutenção: tipos e tendências. 2000. XAVIER, J. N. Disponível em: <<http://engeman.com.br/pt-br/artigos-tecnicos/manutencao-tipos-e-tendencias/print>>

Manutenção produtiva total. YAMAGUCHI, C. T. TPM. ICAP – Instituto de Consultoria e Aperfeiçoamento Profissional. São João Del-Rei, MG. 2005.

Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. NAKAJIMA, S. Nova York: Productivity Press, 1988 129p.

Gestão Econômica de Investimento em Ativos Fixos. CATELLI, A.; PARISI, C.; SANTOS, E. S. São Paulo, 2002.

Manutenção Centrada em Confiabilidade. MOUBRAY, J.. Brasil, 2000.