



**CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
MBA GESTÃO DA MANUTENÇÃO**

EVELINE ALVES DA SILVA CARVALHO

**IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM
EQUIPAMENTOS MÓVEIS POR EMPRESA TERCEIRIZADA**

Salvador-BA

2019

EVELINE ALVES DA SILVA CARVALHO

**IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM
EQUIPAMENTOS MÓVEIS POR EMPRESA TERCEIRIZADA**

Trabalho de Conclusão MBA em Gestão da Manutenção, Centro Universitário SENAI CIMATEC, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão da Manutenção.

Orientador: Prof. MSc. Emerson Sanches.

Salvador-BA

2019

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Centro Universitário SENAI CIMATEC

C331i Carvalho, Eveline Alves da Silva

Implementação da manutenção preventiva em equipamentos móveis por empresa terceirizada / Eveline Alves da Silva Carvalho. – Salvador, 2019.

35 f. : il. color.

Orientador: Prof. Msc. Emerson Carlos Assunção Sanches.

Monografia (MBA Gestão da Manutenção) – Programa de Pós-Graduação, Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2019.

Inclui referências.

1. Equipamentos móveis. 2. Manutenção preventiva. 3. Terceirização. 4. Disponibilidade mecânica. I. Centro Universitário SENAI CIMATEC. II. Sanches, Emerson Carlos Assunção. III. Título.

CDD: 620.00452

Dedico este trabalho:

A minha mãe Célia pelo seu apoio, por apostar nos meus projetos e por seus conselhos.

RESUMO

As empresas que trabalham na área de terraplanagem dependem da produtividade dos seus equipamentos móveis. Esta condição tem levado as empresas deste segmento a buscarem soluções para aumentar a eficiência de seus processos produtivos e conseqüentemente à disponibilidade mecânica dos seus equipamentos. Neste contexto, este trabalho apresenta uma proposta de implantação da manutenção preventiva em equipamentos móveis numa empresa de pequeno porte, através da terceirização como forma de aumentar sua disponibilidade. A finalidade é mostrar que a terceirização pode ser considerada como uma ferramenta de gestão nas empresas que não possuem um setor próprio destinado a manutenção.

Palavras-chave: Equipamentos móveis, manutenção preventiva, disponibilidade mecânica, terceirização e custos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Árvore de Falha	11
Figura 2 - Terceirização - Principais Aspectos	12
Figura 3 - Atividades de uma empresa e o seu grau de envolvimento com a produção	13
Figura 4 - Ciclo PDCA.....	15
Figura 5 - Trator de Esteiras	17
Figura 6 - Escavadeira Hidráulica	18
Figura 7 - Pá Carregadeira	18
Figura 8 - Motoniveladora	19
Figura 9 - Caminhão Basculante.....	19
Figura 10 - Número de falhas mais frequentes no Trator de Esteiras D51EX	22
Figura 11 - Número de falhas mais frequentes na Pá Carregadeira 924G	23

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Custos dos Reparos do Trator de Esteiras D51EX.....	25
Tabela 2 – Custos de Reparos da Pá Carregadeira 924G	25
Tabela 3 - Ação Preventiva para Falhas em Componentes do Trator de Esteiras D51EX ...	27
Tabela 4 - Ação Preventiva para Falhas em Componentes da Pá Carregadeira 924G	28
Tabela 5 - Custo e Tempo para Realização da Ação Preventiva no Trator de Esteiras D51EX	29
Tabela 6 - Custo e Tempo de Reparo para Ações Preventivas da Pá Carregadeira 924G ..	30

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1	A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO	8
2.1.1	Consequências da ausência de um programa de manutenção	9
2.1.2	Confiabilidade aplicada à manutenção	9
2.1.2.1	Falhas	9
2.1.2.2	Análise de Árvore de Falha – Fault Tree Analysis – FTA	10
2.1.3	Disponibilidade mecânica dos equipamentos	11
2.2	A TERCEIRIZAÇÃO.....	12
2.2.1	Origem	12
2.2.2	Conceito	12
2.2.2.1	Modalidades básicas das atividades de uma empresa.....	13
2.2.3	Os objetivos	14
2.2.3.1	A terceirização como um fenômeno econômico	14
2.3	A IMPORTANCIA DA GESTÃO	15
2.3.1	Manutenção Estratégica	15
2.4	EQUIPAMENTOS MÓVEIS E SUAS CARACTERÍSTICAS	16
3.	A IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA POR EMPRESA TERCEIRIZADA	20
3.1	O AMBIENTE DOS EQUIPAMENTOS MÓVEIS	20
3.2	EQUIPAMENTOS ABORDADOS.....	21
3.2.1	Falhas Comuns, seus impactos e a identificação de causas	22
3.2.2	Custos com a Manutenção Corretiva	24
3.3	A UTILIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA E DA TERCEIRIZAÇÃO	26
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
	REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o país passa por uma crise econômica sem precedentes, contudo ainda existem obras de construção civil, seja em edificações ou infraestrutura, e as atividades de terraplanagem passaram a ser mais exigidas no que concerne a produtividade. Os novos desafios exigem que as empresas atuem, seguindo as melhores práticas, buscando excelência, que é obtida através de uma gestão integrada. As mudanças se sucedem em alta velocidade e a manutenção, como uma das atividades fundamentais no processo produtivo, precisa responder, de modo rápido e consistente, as necessidades de adequação da empresa a essa nova realidade.

A ideia de terceirizar atividades nas empresas baseia-se na busca de eficiência, trazer uma competência que não há na organização. Inicialmente encarada como fator de redução de custos, a terceirização, tem hoje os fatores de qualidade e confiabilidade como princípios fundamentais. Neste contexto, as empresas de construção pesada vêm aumentando esse tipo de serviço no setor de manutenção.

Como ferramenta da Confiabilidade, para indicação de plano de ação para as atividades de Manutenção Preventiva, este trabalho utiliza a filosofia empregada na Análise de Árvore de Falha, em inglês *Fault Tree Analysis – FTA*, adaptando as condições das máquinas móveis estudadas.

O trabalho aqui apresentado tem como objetivo principal mostrar a terceirização da manutenção preventiva nos equipamentos móveis como uma ferramenta de gestão em empresas de pequeno porte, que na maioria das vezes não possui recursos para manter uma equipe de manutenção e suas vantagens na redução dos desembolsos efetuados nos reparos a serem efetuados, bem como no aumento da disponibilidade operacional dos equipamentos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO

As organizações industriais existem em função do lucro, utilizando equipamentos e mão-de-obra para transformar materiais em produtos ou serviços, XENOS (2004), explica que todos os equipamentos possuem um desgaste natural pelo seu uso e com a finalidade de evitar a degradação destes e das demais instalações das empresas é que existem as atividades de manutenção.

O sucesso de um programa de Manutenção Preventiva é fruto de uma mistura balanceada de competência técnica, de desenvolvimento e execução de trabalho burocrático eficiente. Esse programa se pagará pela redução da frequência e dos tempos de parada não programada de equipamentos e pela queda dos custos de produção que essas paralisações acarretam. Segundo VELOSO (2009) as reduções estão na ordem de 20% no custo na manutenção, no primeiro ano de utilização, elevando-se essa taxa nos anos seguintes, à medida que o sistema se consolida.

VELOSO (2009), ainda afirma que é natural que a área de manutenção seja cobrada para reduzir os seus custos e como consequência, os custos da empresa através da utilização de melhores métodos de trabalho. Observa-se que quando a manutenção é bem planejada é possível gerar um aumento da disponibilidade dos equipamentos, prolongando a vida útil e reduzindo custos.

A execução de um programa de Manutenção Preventiva, na prática, pode ir desde programas exaustivos que cubram cada item do equipamento, com substituição programada de peças e formação de kits para execução dos serviços de revisões, até simples programas de lubrificação acompanhados de um exame superficial dos sistemas principais e da medição de alguns parâmetros físicos. Para XENOS (2004) a alternativa escolhida pelo gestor vai depender dos seguintes itens: o custo da manutenção em relação ao custo total da manutenção; do índice de utilização do equipamento e/ou da extensão e custo da manutenção preventiva em relação ao custo e consequências da paralisação do equipamento em caso de falha.

2.1.1 Consequências da ausência de um programa de manutenção

VELOSO (2009), informa que a manutenção exige organização, planejamento, programação, alocação de recursos financeiros e treinamentos. Nas empresas que não possuem um programa de manutenção preventiva devidamente estruturada, pode ser notado:

- Tempos de paradas para manutenção de equipamentos muito grande;
- Baixa produtividade devido às constantes falhas;
- Não existe uma programação de paradas para revisão dos equipamentos;
- Ausência de desempenho da manutenção;
- Falta de um histórico sobre a manutenção de cada máquina, pois não são realizadas anotações sobre os serviços.

2.1.2 Confiabilidade aplicada à manutenção

LAFRAIA (2001), define confiabilidade como sendo a probabilidade de que um componente, equipamento ou sistema exercerá sua função sem falhas, por um período de tempo previsto, sob condições de operação específicas.

2.1.2.1 Falhas

Para estudar confiabilidade é necessário compreender o conceito de falha.

A falha é o término da capacidade de um item desempenhar a função requerida. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar sua função durante um período de tempo, quando o item deverá ser reparado ou substituído. A falha leva o item a um estado de indisponibilidade. (Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 5462,1994).

Existem duas condições extremas possíveis para um equipamento: ele pode estar em perfeitas condições de funcionamento ou completamente quebrado. Todavia, ele pode estar funcionando numa velocidade menor do que era novo ou estar produzindo produtos defeituosos. Dependendo das funções exigidas do equipamento, as condições intermediárias podem não ser vistas como falha do equipamento. Dessa forma, as falhas devem ser associadas a parâmetros

mensuráveis ou indicações claras, para que os critérios de falha não sejam ambíguos.

XENOS (2004), destacou que existem muitas causas possíveis para as falhas nos equipamentos, dentre elas existem três grandes categorias de causas: a falta de resistência, uso inadequado ou manutenção inadequada.

A falta de resistência é uma característica do próprio equipamento e resulta de deficiências de projeto, erros na especificação de materiais, deficiências no processo de fabricação e montagem. O uso inadequado é a aplicação de esforços que estão fora da capacidade do equipamento e pode ser consequência de erros de operação. Já a manutenção inadequada ocorre quando as ações preventivas, utilizadas para evitar falhas nos equipamentos, foram insuficientes ou não estão sendo realizadas de maneira correta.

2.1.2.2 Análise de Árvore de Falha – Fault Tree Analysis – FTA

Segundo BORBA PRÁ (2010), o método da Análise da Arvore de Falhas, traduzido do inglês “Fault Tree Analysis” (FTA), é uma técnica gráfica dedutiva estruturada em termos de eventos ao invés de componentes.

A montagem da árvore de falha inicia-se com a identificação do componente que falou ou tem a maior probabilidade de falha, o mesmo deve ser colocado no topo da árvore, e abaixo são listados os componentes que fazem parte do sistema e estão interligados com o componente no topo da árvore. Aos componentes abaixo, são listados os modos de falhas aos quais estão suscetíveis. A ligação entre eles é feita através de operadores lógicos.

 Evento Topo ou Intermediário: Evento que pode ser decomposto por eventos antecedentes.

 Evento Básico: Evento que não é mais necessária a decomposição em eventos antecedentes. De modo geral, ocorre quando o analista dispõe dos dados básicos de falhas.

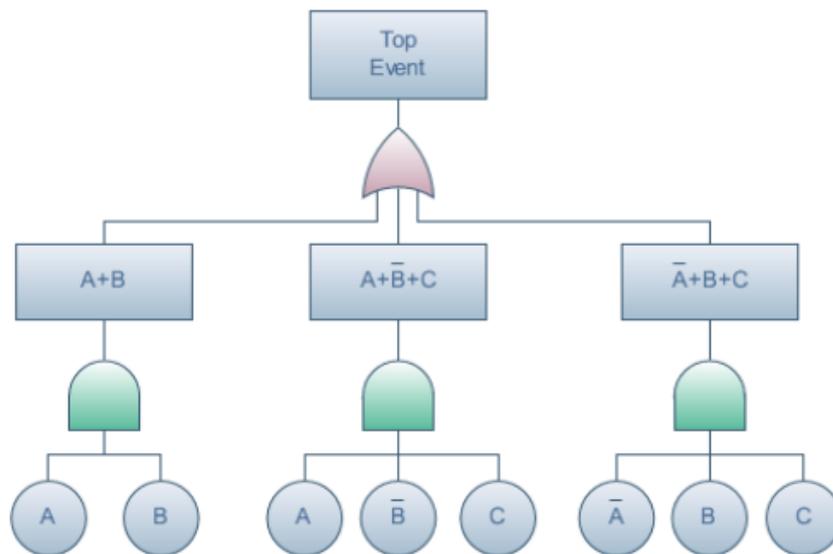
 Porta Lógica “E”: O evento de saída ocorre somente se todos os eventos de entrada ocorrem.



Porta Lógica “OU”: O evento de saída ocorre somente se um ou mais dos eventos de entrada ocorrem.

Abaixo, temos a Figura 1 para exemplificar a montagem da árvore de falhas e as ligações dos operadores lógicos.

Figura 1 - Árvore de Falha



Fonte: BORBA PRÁ (2010)

2.1.3 Disponibilidade mecânica dos equipamentos

A redução do desempenho do equipamento, que traz a diminuição da qualidade e da produtividade, pode ser evitada com políticas adequadas de manutenção que garantem a eficiência do equipamento. A falta dessas políticas ocasiona em paradas efetivas do equipamento.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 5462 (1994), disponibilidade é a capacidade de um item de estar em condições de executar uma função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de uma confiabilidade, manutenibilidade.

Apesar dos valores de confiabilidade e manutenibilidade serem fatores intrínsecos do equipamento e dependerem do seu projeto, eles são afetados por outros fatores, como treinamento dos mantenedores, disponibilidade das peças, limpeza e condição geral do equipamento.

2.2 A TERCEIRIZAÇÃO

2.2.1 Origem

KARDEC E NASCIF (2013), informam que a terceirização surgiu no mundo capitalista, após a eclosão da Segunda Guerra Mundial para descentralizar mão de obra nas indústrias bélicas, responsáveis pela produção de armamentos necessários aquela época. Para atender essa necessidade, começou-se a delegar algumas atividades a empresas prestadoras de serviços, transferindo para terceiros a incumbência pela execução das atividades secundárias. Todavia a organização da Terceirização atual passou por diversas fases até chegar à fase atual.

2.2.2 Conceito

Para KARDEC E NASCIF (2013) a terceirização é a transferência, para terceiros, de atividades que agregam competitividade empresarial, baseada numa relação de parceria.

A terceirização trata-se de um fenômeno trabalhista, envolvendo uma empresa, e um terceiro que será contratado para realizar serviço especializado, devendo esse serviço ser pertinente a qualquer atividade da empresa que o contratou. A terceirização envolve quatro aspectos muito importantes, conforme mostrado na Figura 2, e que são: legalidade, qualidade, segurança e custos.

Figura 2 - Terceirização - Principais Aspectos



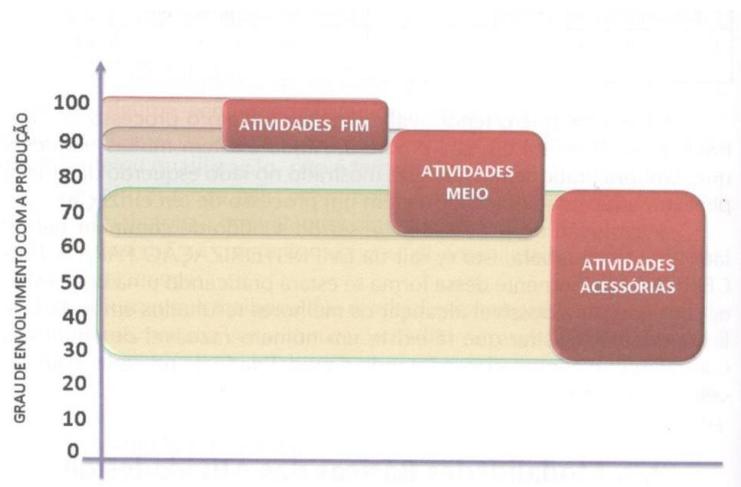
Fonte: KARDEC E NASCIF (2013)

2.2.2.1 Modalidades básicas das atividades de uma empresa

Existem três tipos de modalidades básicas de atividades nas organizações, conforme descritas a seguir e mostradas na Figura 3:

- **Atividade-fim:** é a atividade vocação, é a razão de ser do negócio da empresa; é aquela que está prevista no seu contrato social. Exemplo: manutenção, nas empresas que prestam este tipo de serviço.
- **Atividade-meio:** é aquela ligada a atividade-fim, ligadas à produção. Exemplo típico é a atividade de manutenção de uma indústria.
- **Atividade acessória:** é aquela necessária para apoio às empresas como um todo e não fazem parte do processo produtivo. Exemplos: vigilância, transporte, limpeza, alimentação e jardinagem.

Figura 3 - Atividades de uma empresa e o seu grau de envolvimento com a produção



Fonte: KARDEC E NASCIF (2013)

De acordo com o a Lei nº 13.429 BRASIL (2017), houve uma mudança na legislação trabalhista brasileira, e a partir de 31 de março de 2017, a terceirização é permitida de qualquer atividade da empresa.

A atividade de manutenção, que atualmente pode ser uma atividade-meio ou fim de uma empresa, é onde, se concentram os maiores questionamentos relativos à contratação de serviços. Em consequência, é importante a sua correta prática, não

só para prevenir riscos trabalhistas, mas, principalmente, para se alcançar os melhores resultados empresariais.

2.2.3 Os objetivos

Segundo NASCIMENTO (2011), sob o prisma empresarial, a necessidade de especialização, o desenvolvimento de novas técnicas de administração para melhor gestão dos negócios e aumento de produtividade e a redução de custos fomentam a contratação de serviços prestados por suas empresas, no lugar daqueles que poderia ser prestados pelos seus próprios empregados, expediente que pode trazer problemas trabalhistas e que se domina terceirização.

2.2.3.1 A terceirização como um fenômeno econômico

A terceirização tem a estratégia de contratar mão de obra especializada alheia, a baixo custo, que realize determinadas funções. De acordo com a Lei nº13.429 BRAISL (2017), de 31 de Março de 2017 resume em:

- Permitir a terceirização de qualquer atividade em todos os setores da economia, através da contratação de serviços determinados e específicos, sem vínculo empregatício;
- A empresa contratante responderá de forma subsidiária pelos débitos trabalhistas da terceirização, caso haja desrespeito à legislação. Havendo impossibilidade de cobrança da contratada, a empresa contratante poderá ser acionada;
- A empresa prestadora de serviço deverá ter um capital social mínimo de acordo com o número de funcionários, aumentando a segurança do contratado pela terceirizada.

Para NASCIMENTO (2011), muitas vezes, um terceiro especialista, chamado de fornecedor ou prestador de serviços, que, com competência, habilidade e qualidade técnica, presta serviços especializados ou produz bens, em condições de parceria, para a empresa contratante chamada de tomadora ou cliente. Nessa

definição visualiza-se o fenômeno, fornecendo suas principais características e razões de sua existência, é uma definição do dever-ser.

2.3 A IMPORTANCIA DA GESTÃO

Segundo KARDEC E NASCIF (2013), a gestão é fundamental para a sobrevivência e para o sucesso empresarial e pessoal. Por mais simples que possa parecer, o processo de gestão contempla as 4 fases do PDCA: O planejamento (P), que estabeleça as ações e como serão desenvolvidas; A execução (D), que deve ser feita de acordo com o que foi planejado; A verificação (C) sistemática do cumprimento dos planos; As correções (A) necessárias, oriundas da avaliação feita na fase de verificação.

Quando bem executada, a gestão se torna um fator crítico de sucesso, ou, se mal praticada, se torna um fator crítico de insucesso.

Abaixo, na Figura 4, temos uma ilustração do ciclo PDCA

Figura 4 - Ciclo PDCA



Fonte: <https://blog.cefis.com.br/pdca-na-contabilidade/>

2.3.1 Manutenção Estratégica

Para exercer o papel estratégico, a Manutenção precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. É preciso, sobretudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas é preciso, principalmente, manter a função do equipamento disponível para a operação, reduzindo a probabilidade de uma parada de produção não planejada.

Para KARDEC E NASCIF (2013), é importante que seja estabelecido um plano de ação que passa pelas seguintes questões:

- Situação atual: é necessário ter um conhecimento sólido e global de qual é o estágio em que a manutenção se encontra, baseado em indicadores representativos.
- Visão de futuro: definição das metas a serem atingidas, preferencialmente ligadas às diretrizes e metas estabelecidas em nível empresarial.
- Caminhos estratégicos: é o conjunto de ações que permitirá sair da situação atual e atingir a situação desejada. Devem ser constituídos, basicamente, da aplicação das melhores práticas. Desde que a terceirização seja uma das práticas adotadas em diversos segmentos da empresa e particularmente na manutenção, é imperativo que seja uma melhor prática para garantir que as metas serão alcançadas.

A terceirização é uma ferramenta estratégica, como tantas outras, que pode trazer resultados bastante positivos, quando utilizada de maneira adequada, mas que pode trazer, também, grandes prejuízos quando usada de maneira incorreta.

Para KARDEC E NASCIF (2013), a prática empresarial está repleta de resultados bem-sucedidos de terceirização, mas, também, de insucessos. Algumas empresas praticam os movimentos de terceirizar e primeirizar (voltar a trazer os serviços com pessoal próprio) com frequência, denotado que a gestão não tem foco definido e/ou são adotadas as práticas e premissas que garantam o sucesso ou a consolidação na forma de trabalhar ou contratar.

2.4 EQUIPAMENTOS MÓVEIS E SUAS CARACTERÍSTICAS

VELOSO (2009) explica que existem características que diferem significativamente as empresas que trabalham com equipamentos móveis das indústrias que fabricam um determinado produto: numa fábrica, temos um conjunto de máquinas dispostas em uma sequência que permite o melhor fluxo da produção; a fabricação segue um programa rígido e pouco influenciável por fatores externos.

Já nas empresas de terraplanagem a situação é completamente diferente: ao invés do produto se deslocar para uma linha de produção fixa, são as máquinas que se movem em conjunto com a matéria-prima; os equipamentos enfrentam condições variáveis de trabalho em função do tipo de serviço, do local de operação e da forma de execução; as condições de trabalho são mais severas e influenciáveis por fatores externos, como variações climáticas, chuvas, características da pista, entre outros.

O trabalho desses equipamentos se realiza em condições variáveis de tempos e rendimentos. Muitas vezes, eles são submetidos a solicitações acima do seu nível operacional normal e a piores condições de trabalho, para atender a serviços específicos, recuperar os atrasos ou cumprir cronograma. A não execução da manutenção preventiva, para aumentar a produção, não possibilita o aumento da disponibilidade e nem a produtividade do equipamento, mas acarreta em muitos problemas que serão percebidos apenas no futuro.

O serviço de terraplanagem compreende quatro etapas e para cada uma delas existe um equipamento projetado para executá-la. Na escavação utiliza-se o trator de esteiras e escavadeira, no carregamento a pá-carregadeira, no transporte o caminhão basculante, e no espalhamento a motoniveladora, também conhecida como patrol.

A parte principal de um trator de esteira é a lâmina escavadora. Ela é constituída por uma base, e por lâminas de corte e cantos de lâminas trocáveis. A esteira metálica permite o uso do trator de esteiras em quase todos os tipos de terrenos. Na Figura 5 mostra um Trator de Esteiras.

Figura 5 - Trator de Esteiras



A escavadeira hidráulica, ilustrada na Figura 6, é um equipamento que trabalha estacionado, ou seja, sua estrutura apenas lhe permite o deslocamento, sem participar do ciclo de trabalho. Em serviços de terraplanagem, normalmente, esse tipo de equipamento é montado sobre esteiras, possuindo mecanismos que lhe permitem um giro de 360°.

Figura 6 - Escavadeira Hidráulica



Fonte: <http://www.etg.ufmg.br/ensino/transportes/disciplinas/etg033/turmaa/ap13.pdf>

A pá carregadeira possui uma lança que não tem giro, nem movimento vertical a não ser do eixo transversal, podendo-se mudar a posição da caçamba para descarga, por meio de articulações. As pás carregadeiras podem ser de rodas ou de esteiras. Na Figura 7 temos uma pá carregadeira de rodas.

Figura 7 - Pá Carregadeira



Fonte: <http://www.etg.ufmg.br/ensino/transportes/disciplinas/etg033/turmaa/ap13.pdf>

A motoniveladora ou patrol é projetada para o espalhamento do material descarregado e para o acabamento, por raspagem, de superfície. São equipamentos

montados em unidades de tração ou automotrizes, em que a lâmina apresenta diferentes regulações como subir, descer, deslocar lateralmente e variar o ângulo de corte, como pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 - Motoniveladora



Fonte: <http://www.etg.ufmg.br/ensino/transportes/disciplinas/etg033/turmaa/ap13.pdf>

Para o transporte de terra são utilizados nas obras os caminhões basculantes de descarga traseira feita através de braços de levantamento (pistões) de comando hidráulico, Figura 9. Elevando-se a caçamba, abre-se a comporta traseira e o material cai por gravidade.

Figura 9 - Caminhão Basculante



Fonte: <http://www.locadoraevolucão.com.br/links/equipamentos.html>

Um fato típico de trabalho das máquinas pesadas é a condição precária dos locais onde se encontram, onde na maioria das vezes não existem oficinas mecânicas para se desenvolverem adequadamente os trabalhos de manutenção. Os equipamentos estão sujeitos a presença de poeira e lama, elementos nocivos às

suas partes internas. A distância também é um ponto negativo, pois prolonga a chegada dos materiais na obra para a realização da manutenção.

3. A IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA POR EMPRESA TERCEIRIZADA

3.1 O AMBIENTE DOS EQUIPAMENTOS MÓVEIS

Os equipamentos móveis, contexto deste trabalho, operam em obras de terraplanagem para construção de estradas, edificações civis, barragens e similares. Eles operam em céu aberto, com condições climáticas variáveis, em presença de poeira ou de lama e em terrenos irregulares o que denota condições agressivas para os equipamentos.

Estes equipamentos pertencem a construtoras e frotistas cujo objetivo é obter o máximo de sua produção. Quando são empresas de pequeno e médio porte nem sempre possuem uma estrutura de manutenção adequada para atender esta logística e demanda necessária, sendo necessário contar com serviços terceirizados.

Como abordado anteriormente, a estrutura de manutenção destas empresas é deficiente para lidar com esta gama de problemas de manutenção própria destes equipamentos. Nem sempre existe um responsável técnico pelo setor, um funcionário que esteja a par de todos os problemas e possa tomar as ações necessárias. É comum o supervisor da manutenção incorporar outras atividades perdendo assim o foco na atividade de manutenção.

É verificado que as empresas de pequeno e médio porte nem sempre tem a visão dos benefícios com a adoção da manutenção preventiva, em muitos casos, elas visam apenas a produção. Acabam deixando os equipamentos trabalharem continuamente buscando extrair a maior produção possível e não respeitando os intervalos pré-definidos pelos fabricantes para as intervenções, levando a ocorrência das falhas que acarretam prejuízos financeiros.

Como este trabalho tem um foco nas empresas construtoras e frotistas de pequeno e médio porte, verifica-se que estas têm na produção seu principal

elemento, colocando em plano inferior as atividades de manutenção, tão necessárias para garantir a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. Esta atitude substitui a manutenção preventiva por corretiva não planejada, que causa custos altos e um tempo de paralização maior.

Para executar uma obra de terraplanagem, as construtoras ou os frotistas levam sua “fabrica” para o local onde está sendo realizado o serviço. Quando existem mais de uma frente de serviço, são obrigadas a deslocar os equipamentos de uma obra para outra conforme as necessidades da produção, criando assim mais uma dificuldade para a realização do plano de manutenção.

3.2 EQUIPAMENTOS ABORDADOS

Como o foco deste trabalho é propor um plano de manutenção preventiva nos equipamentos de terraplanagem a ser aplicado por empresa especializada, com o objetivo de reduzir os custos de manutenção corretiva não planejada e aumentar a disponibilidade operacional, foram escolhidos matricialmente dois equipamentos, indicados por empresa de terraplanagem como os mais comuns nas obras e os que desenvolvem uma maior quantidade de horas de trabalho, e conseqüentemente estão sujeitos ao maior número de falhas.

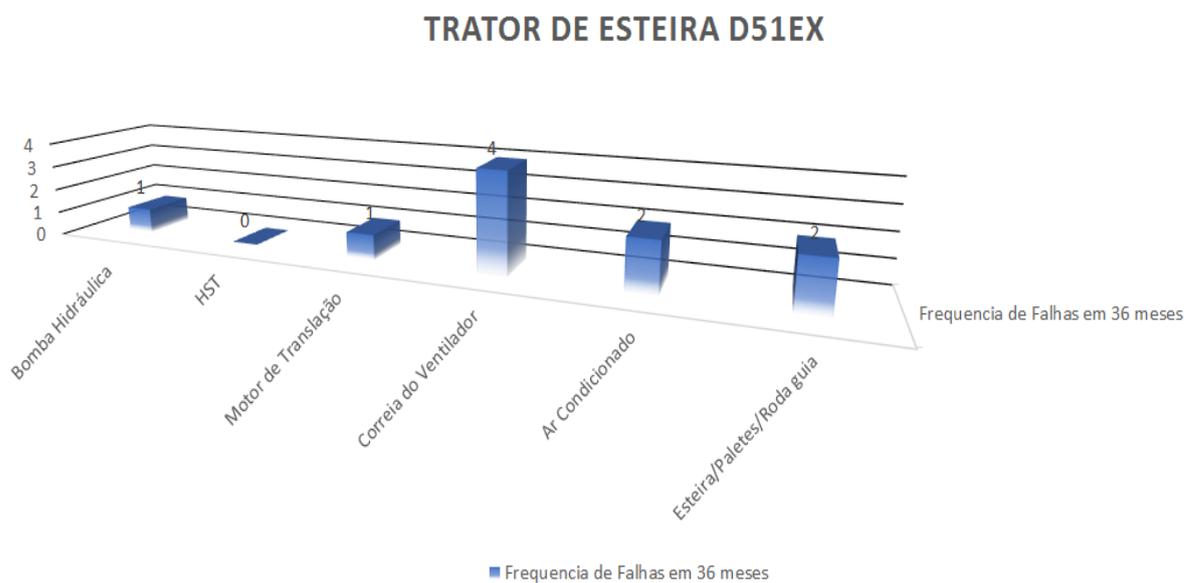
Os equipamentos escolhidos foram: um trator de esteiras, modelo D51EX, marca Komatsu, ano 2010, com aproximadamente 8.200 horas de operação e uma pá carregadeira, modelo 924G, marca Caterpillar, ano 2009 com aproximadamente 7.600 horas de operação. A empresa que forneceu os dados será denominada Empresa ALFA. O trator de esteiras abordado trabalha em área de aterro sanitário enquanto a pá carregadeira em ambiente de limpeza de tanque e terraplanagem.

O motivo que levou a escolha desses dois equipamentos, como citado anteriormente, foi a grande utilização nos serviços de terraplanagem e a existência de uma base de dados com registros de manutenção que a Empresa ALFA disponibilizou. Os registros abordados referem-se ao período de 2014 a 2017.

3.2.1 Falhas Comuns, seus impactos e a identificação de causas

Neste item são apresentados os modos de falha de maior incidência, seus impactos causados no equipamento e uma sinalização das prováveis causas que levaram aos modos de falha nos equipamentos estudados. Nas Figuras 10 e 11 estão demonstrados os principais modos de falha que ocorreram no período de 36 meses.

Figura 10 - Número de falhas mais frequentes no Trator de Esteiras D51EX



Fonte: Levantamento estatístico elaborado pela Empresa ALFA

No trator de esteiras mencionado acima, o tipo de falha que ocorreu com maior frequência está associada ao motor, foi à quebra da correia do ventilador, isso foi causado pelo desgaste natural e pela entrada de um corpo estranho (plástico, papelão). A correia deve estar sempre alinhada de acordo com o manual do fabricante e ficar sempre seca, sem respingos de óleo ou qualquer outro líquido, pois isso pode provocar o seu rompimento. Caso essa correia danifique, a bamba d'água não irá acionar acarretando um dano no motor.

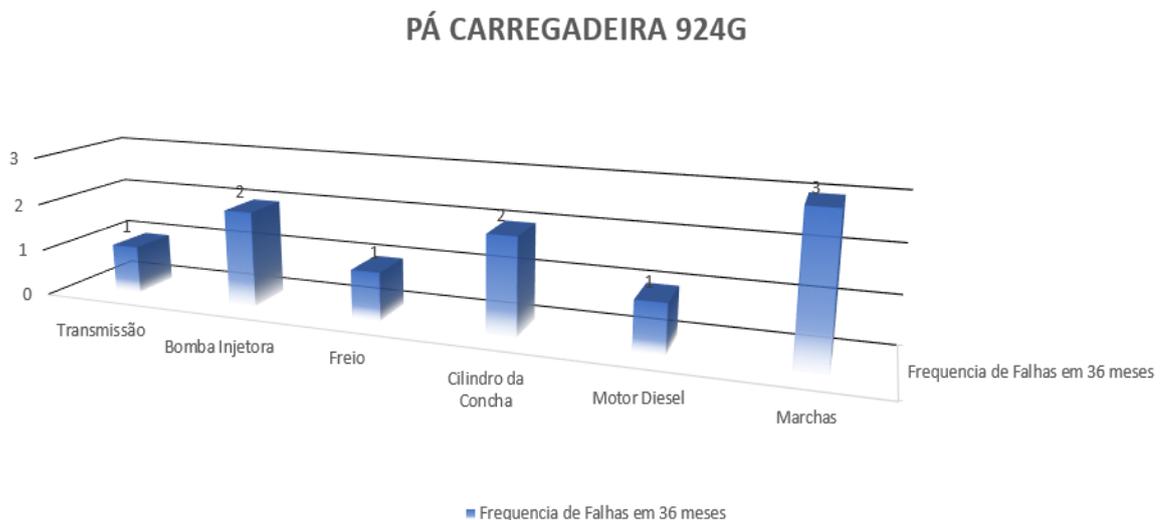
Já a falha relacionada ao material rodante, troca dos roletes, roda guia e manutenção nas esteiras, ocorre anualmente, pois o trator trabalha em área de aterro sanitário, o que gera um desgaste maior nesse tipo material.

A bomba hidráulica desse equipamento apresentou sua primeira falha no ano de 2014, a máquina perdeu vazão na bomba hidráulica principal o que ocasionou o nível de óleo baixo, entupimento na tela de sucção e cavitação da bomba. O tempo médio para este tipo falha é cerca de 04 anos, se comparado a outros tratores similares. No período avaliado, não foi anotada nenhuma falha da bomba HST, como demonstrada na Figura 10, mas em caso de ocorrência, os custos de reparo são representativos e justifica-se estar inclusa no plano de preventiva do Trator.

O motor de translação do trator apresentou a sua segunda falha desde a sua aquisição. Os motivos que ocasionam este defeito são: nível de óleo baixo, óleo contaminado e mau funcionamento dos solenoides do sistema de translação, isso faz com que as esteiras fiquem sem sincronia e lentidão, provocando o baixo rendimento no trabalho do equipamento.

Outra falha comum para este equipamento é o ar condicionado, tendo como causa a falta de refrigeração que está relacionado ao gás.

Figura 11 - Número de falhas mais frequentes na Pá Carregadeira 924G



Fonte: Levantamento estatístico elaborado pela Empresa ALFA

Na pá carregadeira, ocorreu com maior frequência no período de 2014 a 2017 falhas nas marchas, a máquina não engatava as marchas corretamente, isso em alguns casos provocou os danos nos discos e placas da transmissão. Geralmente a

máquina não engatava alguma marcha e para não perder a produção, o operador trabalhou com marchas de velocidade e não de força, a qual é exigida nos serviços de terraplanagem. Para solucionar este tipo de falha pode ser realizada a troca de fusível, substituição da bobina da solenóide ou limpeza das telas das solenóides.

Uma falha com custo elevado que ocorreu foi na transmissão, composta por 06 embreagens, o equipamento estava sem força na segunda marcha e com o óleo lubrificante aquecido, ao ser retirada a transmissão para análise, foi verificado que o pacote da embreagem da segunda marcha apresentava desgaste nos discos sinterizados e nas placas separadoras.

A bomba injetora apresentou 02 falhas no período abordado, ambas estavam relacionadas a sujeira no tanque, o que contaminou óleo diesel e por consequência a bomba e os bicos injetores.

Os cilindros da concha apresentaram vazamentos no cabeçote, foi constatado que os problemas ocorreram pelo uso de material de baixa qualidade, sendo necessária a substituição dos reparos.

Quando ocorreu a falha no freio, o motivo foi a baixa pressão hidráulica no sistema. A bomba de freio estava com desgaste excessivo o que provocou a patinação entre as placas e discos da mesma.

Um dos custos mais dispendiosos nesse período estudado foi o reparo no motor diesel. A contaminação da tubulação através da admissão de poeira, ocasionou no desgaste das camisas e anel de segmento. O operador não se atentou em ler os sintomas apresentados pela máquina, e continuou a trabalhar com o alto consumo de óleo lubrificante e sem lubrificação nas partes móveis (a bomba não consegue puxar o óleo do cárter).

3.2.2 Custos com a Manutenção Corretiva

Neste item, é considerado os custos relacionados aos serviços executados e os materiais aplicados nas intervenções de manutenção corretiva do trator e pá carregadeira. São abordados os custos relativos a manutenções corretivas realizadas por uma empresa terceirizada contratada pelo cliente.

Abaixo, nas Tabelas 1 e 2, temos exemplos de custos de manutenção corretiva comuns nos tratores de esteiras e pás carregadeiras em geral e o tempo médio para realização do reparo. Os dados foram fornecidos pela Empresa Alpha.

Tabela 1 – Custos dos Reparos do Trator de Esteiras D51EX

COMPONENTE EM FALHA	TEMPO DO REPARO	CUSTO DO REPARO (APROXIMADO)
Bomba Hidráulica	15h	R\$ 8.000,00 sendo: R\$ 6.000,00 peças e R\$ 2.000,00 serviços
Bomba HST	10 dias	R\$ 70.000,00 sendo: R\$ 58.000,00 peças e R\$ 12.000,00 serviços
Motor de Translação	5 dias	R\$ 17.500,00 sendo: R\$ 15.000,00 peças e R\$ 2.500,00 serviços
Correia do Ventilador	3h	R\$ 330,00 sendo: R\$ 130,00 peças e R\$ 200,00 serviços
Ar Condicionado	1h	R\$ 500,00 sendo: R\$ 300,00 peças/gás e R\$ 200,00 serviços
Material Rodante	8 dias	R\$ 23.000,00 sendo: R\$ 18.000,00 peças e R\$ 5.000,00 serviços

Fonte: Dados fornecidos pela Empresa Alpha

Tabela 2 – Custos de Reparos da Pá Carregadeira 924G

COMPONENTE EM FALHA	TEMPO DO REPARO	CUSTO DO REPARO (APROXIMADO)
Transmissão	12 dias	R\$ 28.000,00 sendo: R\$ 23.000,00 peças e R\$ 5.000,00 serviços
Bomba Injetora	15h	R\$ 4.500,00 sendo: R\$ 3.000,00 peças e R\$ 1.500,00 serviços
Freio	4 dias	R\$ 10.000,00 sendo: R\$ 5.000,00 peças e R\$ 5.000,00 serviços
Cilindro da Concha	8h	R\$ 1.050,00 sendo: R\$ 800,00 peças e R\$ 250,00 serviços
Motor Diesel	10 dias	R\$ 15.000,00 sendo: R\$ 7.500,00 peças e R\$ 7.500,00 serviços
Marchas	6 dias	R\$ 12.000,00 sendo: R\$ 7.000,00 peças e R\$ 5.000,00 serviços

Fonte: Dados fornecidos pela Empresa Alpha

3.3 A UTILIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA E DA TERCEIRIZAÇÃO

Na visão atual, a atividade de manutenção existe para que não haja uma alta incidência de manutenção corretiva não planejada. A utilização da manutenção preventiva vem ao encontro desta estratégia e busca a melhoria dos resultados na empresa obtidos através do aumento da disponibilidade e da confiabilidade dos ativos. Este objetivo deve ser o mesmo que qualquer empresa terceirizada, contratada pelo cliente, coloque em sua estratégia e atividades. A terceirização, pela sua relação de parceria, implica em que a contratante e a contratada tenham o mesmo objetivo e compartilhem as mesmas metas, sustentada pelo fato da empresa terceirizada deter a *expertise* nos reparos de falha dos equipamentos. Cada vez mais tem amadurecido as relações de colaboração as áreas de manutenção e operação, e entre as empresas clientes e suas contratadas.

Como citado anteriormente, nem sempre estas empresas têm organizado no banco de dados os registros de manutenção, modo de falha, causas e os danos gerados, perdendo-se assim um cadastro importante para ajudar no planejamento das intervenções. Nas empresas especializadas na prestação de serviços manutenção estes dados são normalmente registrados e à partir deste registro podem ser sugeridos ações de manutenção que serão inclusas no Plano de Manutenção dos equipamentos.

Considerando a proposta deste trabalho e seguindo uma linha de raciocínio adotada numa das ferramentas da Confiabilidade, chamada análise de árvore de falha, onde se estuda a falha ocorrida, suas causas e em seguida sugere-se uma ação para eliminar, reduzir o risco de ocorrência ou monitoração, fez-se uma proposta a ser implementada nestes dois equipamentos seguindo a filosofia da Manutenção Preventiva, que está apresentada na Tabela 3 e 4.

Tabela 3 - Ação Preventiva para Falhas em Componentes do Trator de Esteiras D51EX

COMPONENTE	FALHA	CAUSAS PROVÁVEIS	AÇÃO PREVENTIVA
Bomba Hidráulica	Perda de vazão	Nível de óleo baixo Tela sucção obstruída Bomba cavitando	Verificar nível de óleo Trocar tela de sucção Abastecer óleo quando necessário
Bomba HST	Perda de deslocamento	Óleo contaminado	Realizar análise de óleo Substituir óleo conforme orientação do fabricante
Motor de Translação	Esteiras sem sincronia	Diferença de voltagem nas solenoides Filtro tela obstruído Vazão diferente nos motores (são 2 mot)	Calibrar esteiras Trocar filtro tela Verificar nível de óleo
Correia do Ventilador	Quebra	Desalinhamento Entrada corpo estranho (plástico ou papelão) Desgaste natural	Alinhar conforme manual do fabricante Verificar periodicamente
Ar Condicionado	Refrigeração Baixa	Vazamento de gás Tela suja	Recarregar gás Trocar filtro
Material Rodante	Desgaste	Descarrilhamento da esteira	Substituir roletes e roda guia
		Trava esteira	Virar pinos e buchas da corrente da esteira

Fonte: Confeccionado pela própria autora com os dados fornecidos pela Empresa Alpha

Tabela 4 - Ação Preventiva para Falhas em Componentes da Pá Carregadeira 924G

COMPONENTE	FALHA	CAUSAS PROVÁVEIS	AÇÃO PREVENTIVA
Transmissão	Marcha sem engatar	Lubrificante aquecido Desgaste dos discos Desgaste das placas	Troca do óleo no período recomendado pelo fabricante Análise de óleo
Bomba Injetora	Máquina sem força	Combustível de má qualidade Tanque de combustível sujo	Verificar procedência do combustível Limpar tanque combustível periodicamente
Freio	Máquina não aciona freio corretamente	Desgaste dos discos Desgaste das placas Má operação da máquina	Verificar nível de óleo Análise de óleo Melhorar a operação da máquina
Motor Diesel	Quebra	Superaquecimento Combustível de má qualidade Filtro de ar sujo	Verificar termostato / radiador Verificar procedência do combustível Limpar filtro de ar
Cilindro da Concha	Vazamento de óleo	Uso de material de baixa qualidade	Utilizar material com qualidade
Marchas	Uma ou mais marchas sem engatar	Fusível queimado Tela da solenóide obstruída	Troca do fusível Limpar ou substituir da bobina solenoide

Fonte: Confeccionado pela própria autora com os dados fornecidos pela Empresa Alpha

Com base no Plano de Manutenção Preventiva apresentado, fez-se uma estimativa dos tempos em manutenção, indisponibilidade dos equipamentos, e dos custos a serem realizados para a implementação das intervenções propostas. Estes valores foram obtidos em consulta a estas empresas especializadas em reparos destes equipamentos e estão apresentados na Tabela 05 e 06.

Tabela 5 - Custo e Tempo para Realização da Ação Preventiva no Trator de Esteiras D51EX

COMPONENTE	AÇÃO PREVENTIVA	CUSTO	TEMPO
Bomba Hidraulica	Verificar nível de óleo	R\$ 5,00	05min
	Trocar tela de sucção	R\$ 320,00	04h
	Abastecer óleo quando necessário	R\$ 10,00	10min
Bomba HST	Calibrar esteiras	R\$ 400,00	02h
	Análise de Óleo	R\$ 95,00	20min coleta 5 dias entrega do lab
Motor de Translação	Limpeza do bloco solenoides	R\$ 640,00	08h
	Trocar filtro tela	R\$ 640,00	08h
	Correção da vazão de óleo	R\$ 240,00	03h
Correia do Ventilador	Verificar alinhamento	R\$ 40,00	30min
Ar Condicionado	Verificar filtro	R\$ 40,00	30min
	Recarregar gás	R\$ 120,00	10min
Material Rodante	Verificar nível de óleo roletes	R\$ 240,00	1h30min
	Verificar nível de óleo na roda guia	R\$ 120,00	1h30min

Fonte: Confeccionado pela própria autora com os dados fornecidos pela Empresa Alpha

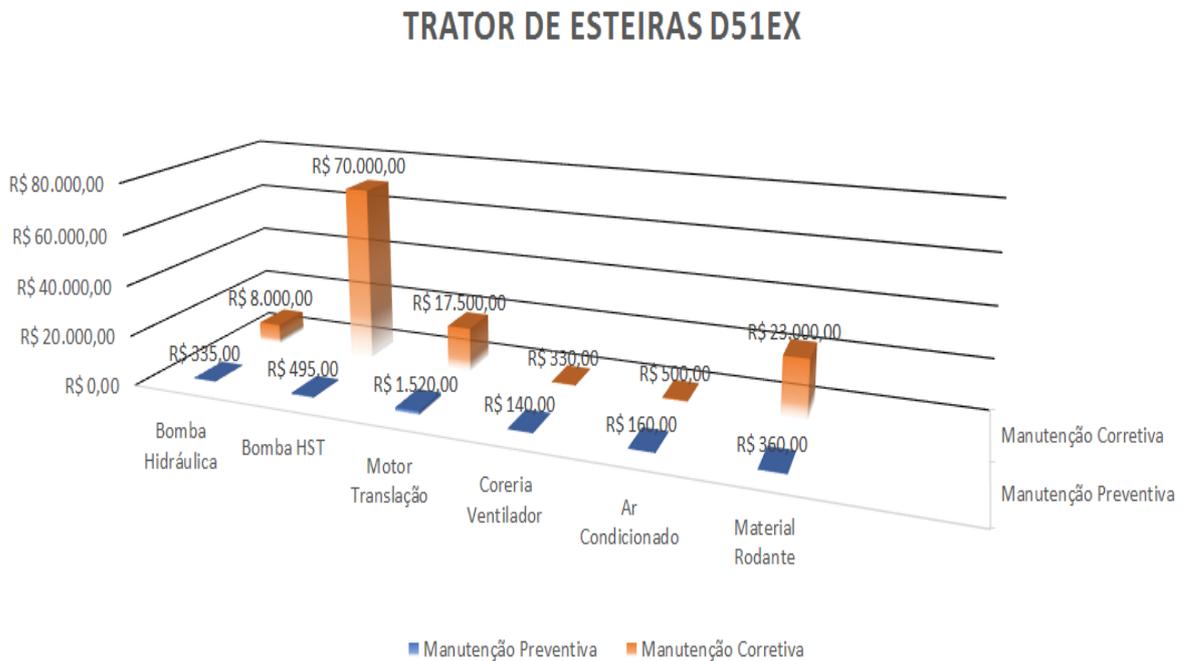
Tabela 6 - Custo e Tempo de Reparo para Ações Preventivas da Pá Carregadeira 924G

COMPONENTE	AÇÃO PREVENTIVA	CUSTO	TEMPO
Transmissão	Limpeza da tela magnética	R\$ 240,00	03h
	Limpeza das solenóides	R\$ 160,00	02h
	Substituição do filtro	R\$ 80,00	01h
Bomba Injetora	Limpeza da tela	R\$ 80,00	01h
	Correção da linha de sucção	R\$ 160,00	02h
Freio	Correção da vazão da bamba e pressão do sistema	R\$ 200,00	02h30min
Motor Diesel	Limpeza do radiador	R\$ 40,00	30min
	Substituição do filtro de ar	R\$ 40,00	30min
Marchas	Limpeza nos terminais de encaixe das solenóides	R\$ 160,00	02h

Fonte: Autor

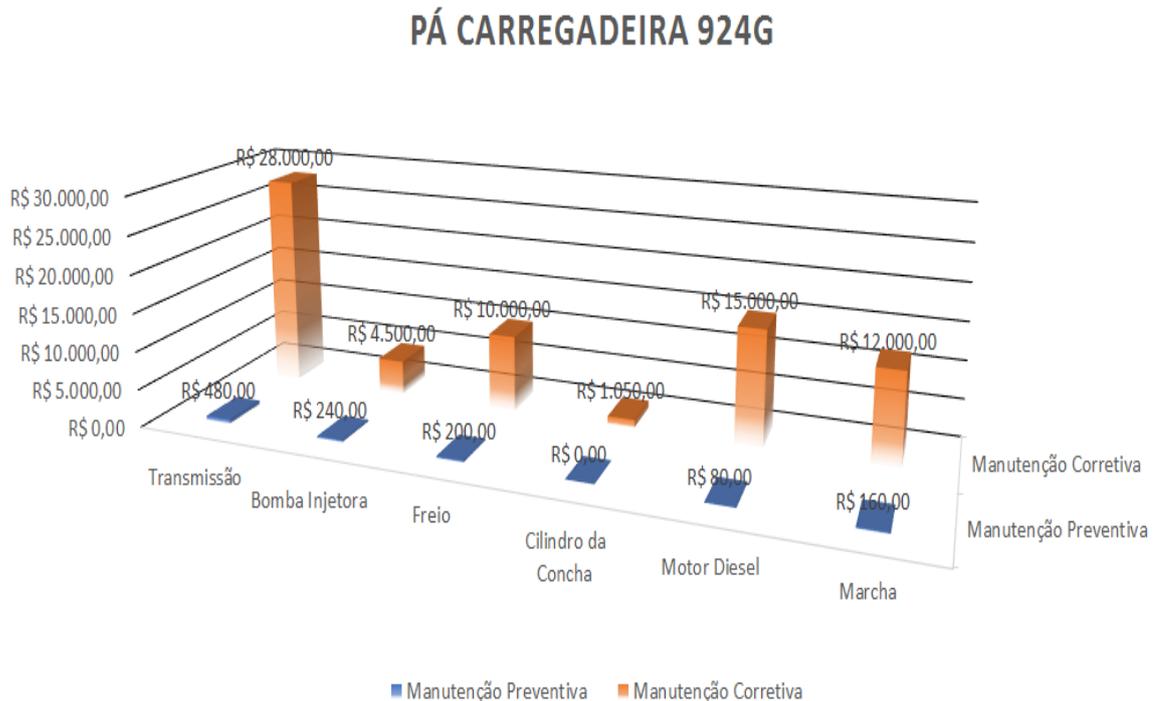
Comparando os dados das Tabelas 1 e 2 com as Tabelas 5 e 6, verifica-se que os tempos perdidos e os custos gerados/previstos nos casos em que se adotou a manutenção corretiva como estratégia em relação a Preventiva sugerida ficaram muito elevados. Inserir a prática de preventivas nas empresas de médio e pequeno porte mostra que elas tendem a ficar com os equipamentos com maior disponibilidade mecânica, uma vez que a parada para execução da preventiva é menor que a parada para a manutenção correta, pois esta além de parar para realização do serviço o equipamento algumas vezes ficam indisponíveis esperando as peças para aplicação.

Figura 10 - Comparação dos custos da Manutenção Preventiva e Corretiva no Trator de Esteiras



Fonte: Confeccionado pela própria autora com os dados fornecidos pela Empresa Alpha

Figura 11 - Comparação dos custos da Manutenção Preventiva e Corretiva na Pá Carregadeira



Fonte: Confeccionado pela própria autora com os dados fornecidos pela Empresa Alpha

Observando a Figura 11, vemos que a manutenção preventiva da bomba hidráulica tem um valor muito pequeno comparado a manutenção correta, já a bomba HST é um dos reparos mais caros a ser realizado nesse tipo de trator, a manutenção corretiva pode corresponder a 25% do valor do equipamento. O motor de translação também, assim como o ar condicionado e o material rodante.

Na Figura 12, o componente que tem uma manutenção corretiva mais onerosa na Pá Carregadeira é a transmissão, seguido do motor diesel, caixa de marchas, sistema de freio e bomba injetora. O cilindro da concha não é viável fazer a manutenção preventiva, nele espera-se o reparo do cilindro entrar em falha para a substituição, o custo da troca é baixo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito dessa pesquisa foi descrever problemas que ocorrem em equipamentos móveis, pá carregadeira e trator de esteiras, de forma mais específica. Mostrar que a implantação de um programa de manutenção preventiva nos equipamentos utilizados nas atividades de terraplanagem diminui consideravelmente os custos de manutenção, uma vez que a manutenção corretiva pode ser evitada e aumentam a vida útil do equipamento, sua disponibilidade mecânica e sua produtividade.

Com base nos dados fornecidos pela Empresa Alpha, é possível concluir que a contratação de uma empresa terceirizada para gerenciar a manutenção é de fundamental importância, pois o gerente não ficará sobrecarregado com as demandas das atividades e a manutenção pode ser realizada de forma preventiva, aumentando a disponibilidade mecânica dos mesmos, além de ser realizada por pessoas da área, já que a terceirizada trabalhada somente do esse tipo de serviço.

O modelo proposto foi importante para garantir a disponibilidade e produtividade dos equipamentos móveis. Acredita-se, de forma geral, que esta sugestão é aplicável e apresenta resultados positivos, tendo somente que ser ajustado as necessidades de cada empresa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994. 37 p.

BANCHI, Ângelo Domingos; LOPES, José Roberto; ROCCO, Giancarlo Coscelli. **ESTUDO DA EFICIÊNCIA DE DISPONIBILIDADE MECÂNICA EM FROTAS AGRÍCOLAS**. Disponível em: <<http://www.assiste.com.br/downloads/Artigos%20Agrimotor/2009>>. Acesso em: 12 maio 2010.

BORBA PRÁ, E. A. **Manutenção Industrial sob a Perspectiva da Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) em uma Empresa da Área de Compressores Herméticos**. 2010. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2010.

BRASIL. Lei nº 13.429, de 31 de março de 2017. Altera dispositivos da Lei nº 6.019, de 3 de janeiro de 1974, que dispõe sobre o trabalho temporário nas empresas urbanas e dá outras providências; e dispõe sobre as relações de trabalho na empresa de prestação de serviços a terceiros. **Altera Dispositivos da Lei Nº 6.019, de 3 de Janeiro de 1974, Que Dispõe Sobre O Trabalho Temporário nas Empresas Urbanas e Dá Outras Providências; e Dispõe Sobre As Relações de Trabalho na Empresa de Prestação de Serviços A Terceiros**. BRASÍLIA, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13429.htm>. Acesso em: 29 abr. 2019

BRASIL. SEBRAE NACIONAL. (Org.). **Conheça um pouco mais sobre a nova Lei da Terceirização**. 2018. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-um-pouco-mais-sobre-a-nova-lei-da-terceirizacao,4e839a6cf8bbf510VgnVCM100004c00210aRCRD?origem=tema&codTema=8>>. Acesso em: 06 mar. 2018.

CEFIS (Brasil) (Org.). **PDCA na Contabilidade: como aplicar o ciclo de melhoria contínua?** 2016. Disponível em: <<https://blog.cefis.com.br/pdca-na-contabilidade/>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **ADMINISTRAÇÃO DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES: MANUFATURA E SERVIÇOS: UMA ABORDAGEM ESTRATÉGICA**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

FERNANDES, Marcelo Ávila. COMO AUMENTAR A DISPONIBILIDADE DAS MÁQUINAS E REDUZIR CUSTOS DE MANUTENÇÃO. **Máquinas E Metais**, São Paulo, p.316-329, abr. 2003.

KARDEC, Alan; NASCIF, Julio. **TERCEIRIZAÇÃO NA MANUTENÇÃO: COMO OTIMIZAR RESULTADOS**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013. 102 p.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **MANUAL DE CONFIABILIDADE, MANTENABILIDADE E DISPONIBILIDADE**. Rio De Janeiro: Qualitymark, 2001. 388 p.

MUNCHY, François. **A FUNÇÃO DA MANUTENÇÃO: FORMAÇÃO PARA GERÊNCIA DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL.** São Paulo: Durban Ltda, 1989.

NASCIMENTO, Amauri Mascaro. **DIREITO CONTEMPORÂNEO DO TRABALHO.** São Paulo: Saraiva, 2011.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **MANUTENÇÃO: FUNÇÃO ESTRATÉGICA.** Rio De Janeiro: Qualitymark, 2001. 341 p.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE: Manual de Implementação.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 374 p.

VELOSO, Norwil. **GERENCIAMENTO E MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÓVEIS.** São Paulo: Sobratema, 2009. 279 p.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM: PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO.** Rio De Janeiro: Qualitymark, 2002. 167 p.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. **GERENCIANDO A MANUTENÇÃO PRODUTIVA: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade.** Nova Lima: Indg Tecnologia E Serviços Ltda, 2004. 302 p.