



Revista Giro do Horizonte Edição 2015 - 1º Semestre

**EQUIPAMENTO PESADO DE ENGENHARIA:  
AS FALHAS E A MANUTENÇÃO NAS  
ORGANIZAÇÕES MILITARES DE ENGENHARIA  
DE CONSTRUÇÃO**

Luis Gustavo Olnei Rodrigues Melo

**GIRO**  
DO HORIZONTE

# EQUIPAMENTO PESADO DE ENGENHARIA: AS FALHAS E A MANUTENÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES MILITARES DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO

LUIS GUSTAVO OLNEI RODRIGUES MELO

**Resumo:** O Exército Brasileiro possui Organizações Militares (OM) que desenvolvem atividades subsidiárias em prol do desenvolvimento nacional brasileiro. Entre as OM destacam-se as 11 (onze) Organizações Militares de Engenharia de Construção (OM E Cnst). Atualmente, estas OM realizam obras públicas de infra-estrutura em cooperação com outros órgãos nacionais, tendo em vista adestrar os recursos humanos (RH) e cooperar com o desenvolvimento nacional. Cada OM E Cnst é formada por vários setores, de forma a poder realizar o planejamento e a execução dos serviços necessários para a confecção das obras. Entre estes setores estão as Companhias de Engenharia de Construção, que executam os trabalhos de construção planejados; e as Companhias de Engenharia de Equipamento e Manutenção (Cia E Eqp Mnt) ou os Pelotões de Engenharia e Apoio (Pel E Ap), que são os responsáveis em prover, manter e fiscalizar o emprego dos equipamentos pesados de engenharia às Companhias de Engenharia de Construção, além de instruir e prover os operadores dos referidos equipamentos. A atividade de manutenção desenvolvida pela Cia E Eqp Mnt e pelo Pel E Ap é considerada uma atividade de significado estratégico para as OM E Cnst. A falta de controle na manutenção origina grandes perdas operacionais para as Cia E Cnst, em consequência para as OM E Cnst. Deste modo, as Cia E Eqp Mnt ou os Pel E Ap possuem um grande desafio em realizar um planejamento de manutenção efetiva dos referidos equipamentos, a fim de promover a otimização da manutenção. Assim, este trabalho objetivou verificar a situação atual em que se encontra a atividade de manutenção nas OM E Cnst do Exército Brasileiro, de forma a verificar os atuais fatores que contribuem para a prática de manutenção corretiva não planejada e propor ações, a serem implementadas pelo Departamento de Engenharia e Construção (DEC), para capacitar os RH das Cia E Eqp Mnt e dos Pel E Ap; equipar as OM E Cnst, de modo a favorecer a prestação de serviços com qualidade, a otimização dos procedimentos dos referidos RH e o aumento da confiabilidade dos equipamentos.

**Palavras-Chave:** Manutenção, Equipamento Pesado de Engenharia e Otimização.

**ABSTRACT:** The Brazilian's Army has Military Organizations (OM) that develop activities subsidiaries in support of national development of Brazil. Among the highlights are the OM 11 (eleven) Military Organizations Construction Engineering (OM E Cnst). Nowadays, these OM perform public works infrastructure in cooperation with other national institutions in order to train the human resources (RH) and cooperate with the national development. Each OM E Cnst is formed of various sectors in order to be able to perform the planning and execution of the services required to construct the works. Among these are the sectors of Construction Engineering Companies, who perform construction work planned, and the Company of Engineering Equipment Maintenance (Cia E Eqp Mnt) or the Engineering and Support Platoon (Pel E Ap), which are responsible for supply, maintenance and monitoring the use of heavy engineering equipment to the Engineering Construction Companies, as well as educate and provide the operators of such equipment. The maintenance activity developed by the Cia E Eqp Mnt and the Pel E Ap is considered an activity of strategic importance for OM E Cnst. The lack of control originates in maintaining large operating losses for the Cia E Cnst consequently for OM E Cnst. As a result, the Cia E Eqp Mnt or Pel E Ap have a big challenge to hold a planning effective maintenance of the equipment in order to promote the optimization of maintenance. Thus, this study aimed to verify the current situation is that the maintenance activity in the in the OM E Cnst Brazilian's Army, in order to diagnose the current factors that contribute to the practice of unplanned corrective maintenance and to propose actions to be implemented Department of Engineering and Construction (DEC), to enable the RH Cia E Eqp Mnt and Pel E Ap; for facilitating the provision of quality services, optimization of procedures of these RH and increased equipment reliability.

**Keywords:** Maintenance, Heavy Equipment of Engineering, Optimization.

# EQUIPAMENTO PESADO DE ENGENHARIA: AS FALHAS E A MANUTENÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES MILITARES DE ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

O Departamento de Engenharia e Construção (DEC) é um Órgão de Direção Setorial com a missão de planejar, orientar, coordenar e controlar a realização de obras de engenharia no âmbito do Exército Brasileiro, além de cooperar com o desenvolvimento nacional e supervisionar a administração do patrimônio imobiliário da União jurisdicionado ao Exército<sup>1</sup>.

Em tempo de paz, a Arma de Engenharia do Exército Brasileiro realiza os trabalhos em apoio às ações subsidiárias ou de interesse sócio-econômico. Tais trabalhos podem ser realizadas em conjunto com a Engenharia de outras forças ou com empresas civis especializadas<sup>2</sup>.

“Para a realização das obras de engenharia, o DEC, através da Diretoria de Obras e Cooperação (DOC), superintende a execução de obras públicas de infra-estrutura pelas Organizações Militares de Engenharia de Construção (OM E Cnst), realizadas em cooperação com outros órgãos, mediante celebração de convênios e outras parcerias, visando ao adestramento da tropa, em cumprimento à Política e à Diretriz Estratégica de Construção do Exército.”<sup>3</sup>

Cada OM E Cnst possui frações responsáveis em prover a manutenção ou em operar os equipamentos de engenharia. Tais frações pertencem às Companhias de Engenharia de Equipamento e Manutenção dos Batalhões de Engenharia de Construção (Cia E Eqp Mnt/ BE Cnst) ou aos Pelotões de Engenharia e Apoio das Companhias de Engenharia e Construção (Pel E Ap/ Cia E Cnst).<sup>1,4</sup>

Tradicionalmente, as atividades de manutenção eram consideradas como um mal necessário por diferentes empresas, mas recentemente esta atitude em relação à manutenção começou a mudar e hoje ela já é reconhecida como uma função estratégica.<sup>5</sup>

Atualmente, existe uma tendência geral de trocar de um modo de produção altamente dependente da mão-de-obra especializada para um outro modo de produção, baseado predominantemente nas máquinas.<sup>6</sup>

De uma forma mais aprofundada, devido ao avanço tecnológico, tem-se que o trabalho de manutenção está cada vez mais valorizado, onde cada vez mais, as

empresas necessitam investir em ferramentas de monitoramento do funcionamento dos equipamentos de produção. Além disso, o pessoal de manutenção e operação precisa estar qualificado e equipado de modo detectar as falhas potenciais e a evitar/corrigir as falhas funcionais.<sup>7</sup>

Os operadores e os responsáveis pela manutenção (mantenedores) dos equipamentos são os principais RH das Cia E Eqp Mnt/ BE Cnst e do Pel E Ap/ Cia E Cnst. Com isso, estes têm a missão de prover a formação e a atualização de procedimentos tanto para o pessoal do setor de manutenção quanto para os operadores.<sup>4</sup>

Como as OM E Cnst estão realizando os mesmos serviços que as empresas civis de construção, aquelas necessitam possuir o mesmo rendimento de trabalho que estas; para isso é necessário aumentar o número de equipamentos modernos, consequentemente há a necessidade de novas qualificações dos mantenedores/operadores e aquisições de modernos meios de forma evitar a ocorrência da manutenção corretiva não planejada. Neste contexto, com aumento de obras sob responsabilidade das OM E Cnst, houve a necessidade de aquisição de novos equipamentos pesados de engenharia, que são equipados com modernas tecnologias, proporcionando um melhor rendimento e qualidade na execução dos trabalhos.

Neste sentido, a presente investigação pretendeu verificar os recursos humanos das Cia E Eqp Mnt/ BE Cnst e dos Pel E Ap/ Cia E Cnst, quanto a gestão de manutenção; as atitudes do RH perante a ocorrência de falha em um equipamento pesado de engenharia; nível de experiência e conhecimento em manutenção; nível do treinamento recebido para operar e/ou manter os referidos equipamentos; ferramentas/equipamentos disponíveis para a detecção de falhas nos equipamentos pesados de engenharia nas Cia E Eqp Mnt; tipos de manutenção realizadas; e as condições de trabalho dos operadores e mantenedores.

## **2. METODOLOGIA**

O presente estudo pretendeu verificar em que medida os recursos humanos para manutenção nas OM E Cnst estão preparados para realizarem a adequada manutenção dos equipamentos de engenharia existentes nestas OM. Os participantes das coletas de dados estarão envolvidos, dependendo de sua função,

desde o planejamento da manutenção até a execução da mesma nos equipamentos de engenharia.

Dentre os militares envolvidos no processo de manutenção, este estudo pretendeu alcançar o efetivo das Cia E Eqp Mnt/ BE Cnst ou dos Pel E Ap/ Cia E Cnst, pois neste efetivo está contido todos os operadores e mantenedores das OM E Cnst.<sup>1,4</sup>

Da análise das variáveis envolvidas no presente estudo, “condições dos recursos humanos” apresenta-se como variável independente, tendo em vista que se espera que a sua manipulação exerça efeito significativo sobre a variável dependente “otimização da manutenção”.

O estudo esteve limitado ao consentimento voluntário de participação por parte das OM E Cnst e dos integrantes das Cia E Eqp Mnt/ BE Cnst ou dos Pel E Ap/ Cia E Cnst. Foi selecionada uma amostra de:

a. no caso de BE Cnst:

- 1) 01 (um) Cmt Cia E Eqp Mnt;
- 2) 01 (um) Engenheiro Mecânico;
- 3) 01 (um) Cmt Pel Eqp Pesado/ Cia E Eqp Mnt;
- 4) 02 (dois) mantenedores do Pel Eqp Pesados/ Cia E Eqp Mnt; e
- 5) 05 (cinco) operadores de equipamento pesado de engenharia.

b. no caso de Cia E Cnst:

- 1) 01(um) Cmt Pel E Ap;
- 2) 01 (um) Engenheiro Mecânico;
- 3) 02 (dois) mantenedores de equipamento pesado de engenharia Pel E

Ap; e

- 4) 03 (dois) operadores de equipamento pesado de engenharia.

O presente trabalho é uma pesquisa aplicada de cunho qualitativo descritivo por meio de um estudo de caso com delineamento experimental valendo-se do método indutivo para generalizar os resultados obtidos para os integrantes da população objeto.

A fim de propiciar a mensuração de como as OM E Cnst do Exército Brasileiro estão realizando o tratamento das falhas nos equipamentos de engenharia, assim como a prevenção das mesmas, foram formulados questionários para elementos já citados na amostra. Os questionários foram

divididos de acordo com a função exercida pelo entrevistado na Cia E Eqp Mnt/ BE Cnst ou Pel E AP/ Cia E Cnst.

Após serem respondidos os questionários os dados qualitativos foram categorizados e apresentados em texto corrido de forma clara, objetiva e sintética.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segue a apresentação dos resultados, baseados na resposta ao problema formulado, reescrito a seguir: quais as ações que o DEC necessita realizar, por intermédio do CIEC, para que de forma eficaz possa qualificar os RH da Cia E Eqp Mnt/ BE Cnst e dos Pel E Ap/ Cia E Cnst e equipar as OM E Cnst, de forma maximizar a confiabilidade dos equipamentos pesados de engenharia atualmente existentes nas OM E Cnst do Exército Brasileiro?

a. Quanto aos problemas na gestão estratégica de manutenção:

Para que haja uma excelente estratégia para a realização da manutenção é necessário que o RH da Cia E Eqp Mnt esteja sempre atualizado, a medida que a tecnologia dos equipamentos evolui. Além disso, faz-se necessário a quebra de paradigmas no processo de manutenção dos equipamentos, pois com o avanço da tecnologia incorporada nos componentes dos equipamentos, os procedimentos a serem adotados modificam, influenciando diretamente nos planos de manutenção.<sup>8, 9,</sup>

10, 11

Assim, se as OM E Cnst confeccionar um planejamento de manutenção compatível com a 3ª geração da manutenção, a manutenção corretiva não planejada deixará de ocorrer.<sup>9, 12</sup>

b. Quanto as causas fundamentais das falhas e como elas ocorrem:

Como já foi mencionado o avanço tecnológico trás consequências para o planejamento e execução da manutenção nos equipamentos pesados de engenharia. Nas OM E Cnst foi observado que não há ferramentas para a manutenção preditiva e detectiva, favorecendo a ocorrência da manutenção corretiva não planejada, pois não há como se detectar as falhas potenciais em tempo oportuno.<sup>5, 6, 9</sup>

c. Quanto a análise e prevenção das falhas:

As falhas são subdivididas em potenciais e funcionais<sup>9</sup>. Para que uma falha não passe a ser considerada falha funcional, faz-se necessário a utilização de aparelhos preditivos e detectivos, além de pessoal especializado. As OM E Cnst não possuem esses tipos de equipamentos, favorecendo assim a ocorrência das falhas funcionais e conseqüentemente a prática da manutenção corretiva não planejada.

d. Quanto ao papel dos operadores na manutenção dos equipamentos pesados de engenharia:

Na 3ª geração da manutenção a complexidade dos equipamentos aumentou, exigindo medidas de monitoramento constante por parte dos operadores dos mesmos. Tal monitoramento não é realizado pelo pessoal de manutenção, pois estes possuem outros trabalhos que exigem conhecimentos de alta especialização no recondicionamento dos equipamentos. Assim, os operadores ficam responsáveis pelas atividades de inspeção diária dos componentes dos equipamentos e qualquer anomalia avisa ao pessoal de manutenção.<sup>5, 6, 11</sup>

e. Quanto a gestão de manutenção e operação:

1) Da análise dos dados é possível afirmar que as OM E Cnst apresentam as seguintes possibilidades de:

a) permitir a devida participação dos Cmt Cia E Eqp Mnt e dos Cmt Pel Eqp Pesado nos processos de sensibilização, treinamentos e nas implantações de auditorias das práticas de manutenção dos equipamentos pesados de engenharia no âmbito da OM E Cnst;

b) realizar as análises críticas e priorizar as intervenções de manutenção dos equipamentos pesados de engenharia, realizadas nas OM E Cnst;

c) fiscalizar a manutenção dos equipamentos pesados de engenharia;

d) possibilitar a devida participação dos Engenheiros Mecânicos e dos Cmt Pel Eqp Pesado na elaboração dos planos de manutenção dos equipamentos pesados de engenharia;

e) confeccionar os planos de melhoria das atividade de manutenção;

f) permitir que o operador informe as irregularidades ao pessoal de manutenção;

g) permitir que o operador acompanhe os serviços de manutenção, que

são realizados no equipamento o qual opera;

h) planejar os treinamentos e os cursos internos e externos para os mantenedores e operadores;

i) realizar a manutenção com base nos procedimentos (manuais de manutenção) e/ou nos padrões de acordo com a periodicidade estabelecida pelo fabricante;

j) padronizar as inspeções;

k) padronizar a periodicidade das inspeções e seus critérios de julgamento;

l) padronizar as trocas de peças dos equipamentos pesados de engenharia;

m) registrar os resultados reais das inspeções, reformas e troca de peças;

n) prover padrões de operação aos operadores;

o) tornar possível que os equipamentos pesados de engenharia possam ser operados de acordo com os procedimentos padrão; e

p) prover padrões de manutenção aos mantenedores.

2) Da análise dos dados coletados verificou-se que alguns fatores estão prejudicando a gestão da manutenção nas OM E Cnst, tais como:

a) não inclusão, no plano de manutenção preventiva do equipamento, das causas das falhas ocorridas;

b) a totalidade das OM E Cnst pesquisadas realizam a prática da manutenção corretiva não planejada, devido a falta de registro dos resultados dos diagnósticos das causas das falhas, a falta de ferramentas de monitoração objetiva e a falta de acompanhamento preditivo dos equipamentos pesados de engenharia;

c) o desempenho da manutenção está sendo verificado prioritariamente pelos indicadores custo da manutenção e disponibilidade operacional dos equipamentos. Cada equipamento possui a sua particularidade e que são necessários estudos, a fim de que sejam levantados outros indicadores para uma completa análise do comportamento de cada equipamento. Isso é fruto de uma má gestão de manutenção, que não busca verificar periodicamente os fatores confiabilidade e qualidade da manutenção; e<sup>6, 10, 13, 14</sup>

d) a normatização dos planos de ação para o acompanhamento das



ações a serem tomadas quando há a ocorrência de uma falha, não é realizada em todas as OM E Cnst; ou seja, não há como se detectar a causa-raiz da falha na maioria das OM E Cnst; tendo em vista que a execução de trabalho em conjunto, por parte dos integrantes da Cia E Eqp Mnt, no tocante a detecção das causas fundamentais das falhas, não é realizado de forma satisfatória. Para esta finalidade, este trabalho abordou a utilização do giro do PDCA em conjunto com o método 5W2H. A falta de normatização de ações para a execução das atividades de manutenção está acarretando consequências negativas para as OM E Cnst, entre outras se pode destacar:

(1) os Engenheiros Mecânicos não possuem conhecimento da confecção de banco de dados de “Lições Aprendidas”, comprometendo eliminação das falhas através da análise da causa básica, acoplada ao esforço do reparo com qualidade e atuando de forma integrada na busca de soluções;

(2) os registros de erros de manutenção e operação não estão sendo registrado de modo a coibir a ocorrência dos mesmos erros de forma repetitiva. Isso é consequência da falta da aplicação do método 5W2H para análise das falhas dos equipamentos pesados de engenharia;

(3) falta de verificação dos serviços realizados por terceiros; e

(4) em 40% das OM E Cnst não ocorre o levantamento do material necessário para que a manutenção seja realizada de forma planejada.

f. Quanto ao nível de experiência e conhecimento em manutenção:

As OM E Cnst necessitam de Capitães e Tenentes com Curso de Equipamento de Engenharia, pois estes comandam os Pel Eqp Pesado e aqueles Comandam as Cia E Eqp Mnt. Em 29% das OM E Cnst a manutenção está sendo gerenciada por pessoas sem a devida qualificação, apesar de haver a presença do Engenheiro Mecânico. Não há OM E Cnst, hoje, com o Cmt Cia E Eqp Mnt e o Cmt Pel Eqp Pesado capacitados com o referido Curso. Somado a isso, nenhum engenheiro mecânico é graduado no Instituto Militar de Engenharia e somente 17% deles possuem experiência anterior com equipamentos pesados de engenharia utilizados nas OM E Cnst. Esse fato é agravado pelo fato de que a porcentagem de militares que possuem experiência com manutenção de equipamentos pesados de engenharia está abaixo de 45%. Ao mesmo tempo, o fato de recrutar profissionais sem experiência anterior referente às atividades que irão executar, não é favorável

para o bom desempenho funcional; já que exigirá um período de tempo para que possam começar realmente a executar a função pelas quais foram selecionados.<sup>6, 12</sup> Assim, presenciamos uma situação crítica nas OM E Cnst, quanto ao nível de especialização dos profissionais que trabalham nas Cia E Eqp Mnt. Os itens a seguir mostram esta situação crítica:

1) 75% dos Cmt Cia E Eqp Mnt, 100% dos Engenheiros e 50% dos Cmt Pel Eqp Pesado não possuem cursos civis referentes a manutenção de equipamentos pesados de engenharia;

2) 27% dos mantenedores não participam dos cursos ministrados nas Cia E Eqp Mnt, revelando que o conhecimento não está sendo passado de forma uniforme para os mantenedores e que nem todos estão atualizados no tocante a execução da manutenção;

3) 40% dos Cmt Cia E Eqp Mnt, 67% dos Engenheiros Mecânicos e 80% dos Cmt Pel Eqp Pesado não participam de Congressos e Eventos sobre manutenção;

4) 20% dos Cmt Cia E Eqp Mnt, 50% dos Engenheiros Mecânicos e 17% dos Cmt Pel Eqp Pesado não realizam a leitura de livros e revistas referentes as atividades de manutenção; e

5) 67% dos Engenheiros Mecânicos e 67% dos Cmt Pel Eqp Pesado, 64% dos mantenedores e 52% dos operadores não possuem acesso às informações técnicas dos equipamentos.

g. Quanto ao nível do treinamento recebido para operar e/ou manter os referidos equipamentos:

1) Da análise dos dados é possível afirmar que as OM E Cnst apresentam as seguintes capacidades:

a) manter os operadores atualizados, tendo em vista que estes possuem o hábito de ler o Manual de Operação e Manutenção do equipamento o qual opera;

b) capacitar os mantenedores para entender os objetivos, funções e estrutura do equipamento o qual realiza manutenção;

c) capacitar os mantenedores sobre o funcionamento das partes dos equipamentos os quais realiza manutenção;

d) realizar uma programação anual de treinamento para o pessoal da

manutenção e de operação;

e) planejar e encaminhar as necessidades de cursos e estágios, no âmbito do Exército Brasileiro e no âmbito de empresas fabricantes dos equipamentos existentes;

f) submeter os operadores às revisões de procedimentos padrões de operação;

g) planejar os treinamentos e cursos internos e externos para os mantenedores e operadores desta OM E Cnst;

h) instruir os operadores a participar do processo de manutenção;

i) instruir os operadores de forma a entenderem os objetivos, funções e estrutura do equipamento o qual opera/realiza manutenção; e

j) confeccionar plano de manutenção de forma a instruir os operadores a executar as inspeções diárias antes, durante e após a operação dos seus equipamentos pesados de engenharia.

2) Pode-se, ainda, afirmar que as OM E Cnst apresentam as seguintes limitações:

a) medir a relação entre o total de homem.hora em treinamento no período e o total de homens.horas realizado no mesmo período. Assim, não se pode aferir corretamente se a quantidade de treinamento está sendo suficiente para instruir ou reciclar o conhecimento dos operadores e mantenedores;<sup>13, 14</sup>

b) elaborar/ utilizar procedimentos escritos, ou seja, em 80% das OM E Cnst não são utilizados os dados dos estudos e pesquisas realizadas, para auxiliar nos treinamentos;

c) realizar o treinamento com profissionais especializados, o que não ocorre em 60% das OM E Cnst;

d) solicitar curso para os Engenheiros Mecânicos junto ao fabricante dos equipamentos pesados de engenharia, quando da compra de um equipamento novo;

e) planejar e executar o ensino do método 5W2H para os operadores e mantenedores; e

f) especializar mão de obra de instrumentação preditiva e de eletrônica.

h. Quanto a manutenção:

A totalidade das OM E Cnst pratica, de uma forma ou outra, a manutenção

corretiva não planejada. Foram apontados, pelas pessoas que responderam os questionários, alguns fatores que favorecem a referida prática, como a ocorrência de falhas não previstas, falha de operação, combustível de má qualidade, o emprego de grande quantidade de equipamento em missões descentralizadas e dificuldades na aquisição de peças. Com relação a este último apontamento, em 40% das OM E Cnst o responsável pela aquisição de material não toma conhecimento, com antecedência, dos itens necessários para que a Cia E Eqp Mnt possa prover a manutenção preventiva de seus equipamentos. Ainda com relação a aquisição de peças, as OM E Cnst não adquirem peças genuínas dos fabricantes.

Além do que já foi mencionado, a prática da manutenção preditiva/detectiva não está sendo empregada em 80% das OM E Cnst.

Outro fator importante que merece ser registrado é que em 100% das OM E Cnst apresentaram como dado não disponível quando perguntados quanto a medição da Manutenção corretiva e Manutenção preditiva.

Assim, conclui-se que as OM E Cnst não estão realizando a atividade de manutenção conforme exigida para a 3ª geração da manutenção.

i. Quanto as ferramentas disponíveis para detecção de falhas:

Pode-se afirmar que as OM E Cnst possuem as seguintes limitações:

1) planejar a aquisição de ferramentas/equipamentos para detecção de falhas;

2) manter e prover troca dos monitores embarcados dos equipamentos. As justificativas apontadas são que não há troca dos monitores inoperantes por falta de recurso, assim somente os equipamentos novos possuem o referido sistema funcionando como planejado pelo fabricante. O mesmo ocorre com as Usinas de Asfalto e de Britagem;

3) prover e manter ferramentas e instrumentos de teste necessários à manutenção e à produção, disponíveis e calibrados;

4) planejar a aquisição de equipamentos para a manutenção preditiva;

5) realizar o monitoramento de máquinas/equipamentos utilizando principalmente o monitoramento manual; e

6) utilizar os softwares somente para o planejamento e controle da manutenção.

j. Quanto as condições de trabalho dos operadores e mantenedores:

Tendo em vista o que já foi apresentado nos itens anteriores, verifica-se que as condições de trabalho dos mantenedores não são as mais favoráveis, principalmente pelo fato de não haver ferramentas necessárias para a realização de uma correta manutenção, assim como conhecimento específico para utilizá-las. Deste modo a detecção das falhas potenciais estão prejudicadas. Tal fato ocorre porque não são oferecidas as condições de trabalho necessárias e, conseqüentemente, as falhas inesperadas, por falta de monitoramento adequado, não serão extintas.<sup>5, 7, 10, 11</sup>

k. Melhorias que podem ser implementadas nas OM E Cnst, a fim de otimizar a atividade de manutenção nos equipamentos pesados de engenharia:

1) na gestão da manutenção:

a) quanto aos indicadores de acompanhamento do desempenho da manutenção é de grande valia que as OM E Cnst comecem a implementá-los, de forma a poder estar sempre buscando a melhoria contínua; ou seja, a avaliação por indicadores é favorável a medida que nos posiciona em relação ao nosso caminho para a excelência. Assim, as OM E Cnst podem adotar os seguintes indicadores: Tempo Médio Entre Falhas (TMEF), Tempo Médio de Reparo (TMR), Tempo Médio Para Falha (TMPF), Disponibilidade Física da Maquinaria, Custo de Manutenção por Faturamento, Custo de Manutenção por Valor de Reposição, Backlog, Retrabalho, Índice de Manutenção Corretiva, Índice de Manutenção Preventiva, Alocação do Homem Hora em Ordem de Serviço, Treinamento na Manutenção, Taxa de Frequência de Acidentes;<sup>13, 14</sup>

b) a ferramenta que pode ser utilizada para promover a qualidade e confiabilidade na gestão da manutenção nas OM E Cnst é a Análise das Causas Raízes das Falhas, de modo a eliminar o ciclo vicioso das falhas e desenvolver um sistema de tratamento de falhas;<sup>6, 9, 15</sup>

c) a prática do giro do PDCA favorece a atualização dos planos de manutenção, a fim de que as informações necessárias, para a perfeita manutenção dos equipamentos pesados de engenharia, estejam sempre compiladas e favoreçam a extinção da manutenção corretiva não planejada. Tal fato pode ser aproveitado para a realização de um banco de dados de “Lições Aprendidas”, podendo ser exploradas nas instruções de formação ou de reciclagem;<sup>5, 6, 9, 12, 16</sup>

d) a solicitação das peças necessárias para se ter, sempre em estoque, os itens necessários para evitar a realização da manutenção corretiva não-planejada;<sup>9, 15</sup>

e) conforme foi apurado, os entrevistados alegaram que os processos licitatórios necessitam ser melhorados, para que as OM E Cnst possam atender as necessidades de planejamento e execução de um correto processo de aquisição de serviços, peças e lubrificantes. Caso não sejam cumpridas as especificações do edital, os fornecedores devem ser devidamente sancionados. Dessa forma é necessário que sejam realizada uma parte requisitória e após isso, os S4/OM E Cnst devem realizar um correto processo de aquisição de serviço(s) e entregar a(s) peça(s)/ lubrificante(s); e

f) os Engenheiros Mecânicos devem realizar estudos e pesquisas, objetivando a otimização das atividades de manutenção, adequando a mão-de-obra e materiais para possibilitar a racionalização dos trabalhos de manutenção dos equipamentos pesados de engenharia.

2) no nível de conhecimento do RH aplicados na atividade de manutenção:

a) o DEC juntamente com o Departamento Geral do Pessoal do Exército (DGP) pode realizar um estudo referente aos RH movimentados para as OM E Cnst, visando alocar o pessoal que está especializado em cursos de manutenção no Exército Brasileiro. Assim, seria possível empregar oficiais do Quadro de Material Bélico nas OM E Cnst, a fim de serem os responsáveis pela atividade de manutenção nas OM E Cnst;

b) o fato, de ter nas OM E Cnst oficiais do Quadro de Material Bélico, é que supriria a falta de Oficiais da Arma de Engenharia especializados em manutenção;

c) os Engenheiros Mecânicos necessitam de mais oportunidade para realizarem cursos e estágios referentes à manutenção de equipamentos de engenharia. A ABRAMAN e o Instituto OPUS são reconhecidos no meio empresarial, acadêmico e nas instituições públicas como entidades de referência na implementação, promoção, valorização e divulgação de tecnologia para o desenvolvimento da atividade de manutenção no Brasil;

d) como a ABRAMAN e o Instituto OPUS possuem diversos Congressos e Cursos voltados para a atividade de manutenção, todas as pessoas que trabalham nas Cia E Eqp Mnt ou nos Pel E Ap podem realizar cursos nas referidas Instituições.

Tal fato minimizaria a falta de atualização dos RH nas OM E Cnst e proporcionaria as possíveis quebras de paradigmas nas atividades de manutenção das OM E Cnst;

e) com a participação em Congressos e em Cursos de manutenção, os Oficiais, das Cia E Eqp Mnt ou do Pel E Ap, estariam mais interessados na leitura de livros e revistas referentes as atividades de manutenção, aumentado, assim, o acesso às informações técnicas dos equipamentos existentes nas OM E Cnst; e

f) as OM E Cnst necessitam fazer com que todo o seu efetivo de mantenedores e operadores participem dos cursos de manutenção ministrados, visando a disseminação do conhecimento de forma uniforme.

3) no nível de treinamento do RH aplicados na atividade de manutenção:

a) quando da compra de um equipamento novo, as OM E Cnst deverão realizar um estudo para verificar quem serão os operadores e mantenedores dos equipamentos. Após esta cuidadosa seleção do pessoal, os mesmos deverão ter instruções com o fabricante do equipamento adquirido, a fim de conhecerem a complexidade do equipamento que irão manter;<sup>8</sup>

b) com o grande avanço tecnológico dos equipamentos e pela particularidade de cada fabricante; é de grande valia que sejam realizados cursos de reciclagem, a fim de destacar os erros cometidos, as consequência dos mesmos e quais foram as providências tomadas para sanar cada problema; e<sup>5, 6, 12</sup>

c) os Cursos existentes na ABRAMAN e no Instituto OPUS podem sanar o problema encontrado pelas OM E Cnst, quanto a especialização da mão de obra para instrumentação preditiva e para eletrônica.

4) nos tipos de Ferramentas/Equipamentos disponíveis para a detecção de falhas nos equipamentos existentes:

a) as OM E Cnst devem primeiramente realizar um planejamento para substituir os monitores embarcados dos equipamentos pesados de engenharia, de forma que os operadores possam operá-los, monitorando os principais fatores que podem causar problemas para o equipamento durante o seu funcionamento;<sup>9, 10</sup>

b) as OM E Cnst devem aplicar técnicas de manutenção preditiva e técnicas de monitoramento regular (monitoramento objetivo) de modo a diminuir a prática da manutenção corretiva não planejada; porque os equipamentos atuais exigem que tais técnicas sejam aplicadas para que se detecte as falhas potenciais. Assim, as OM E Cnst devem planejar-se para, quando forem realizar o processo

licitatório para aquisição de novos equipamentos, incluir no edital todos os aparelhos necessários para a realização da manutenção preditiva; e <sup>9, 10</sup>

c) os softwares utilizados pelas OM E Cnst visam, principalmente, o planejamento e controle da manutenção. No entanto é necessário que um sistema informatizado deve medir o custo do equipamento, performance, características técnicas dos equipamentos; índices consolidados, como backlog, índice de manutenção corretiva e outros. Assim, as OM E Cnst devem adquirir software que possam ajudar na otimização da atividade de manutenção. <sup>10, 12, 14</sup>

#### **4. CONCLUSÃO**

Com a evolução do sistema de produção e a respectiva complexidade, fez-se necessário realizar diversos estudos e a desenvolver diversas ferramentas de controle, para que a ocorrência das falhas não planejadas não prejudicasse as metas das empresas. Com isso passou-se a classificar a manutenção de acordo com a sua finalidade e complexidade de utilização. Não se pode dizer qual é o melhor tipo de manutenção, pois um complementa o outro e os gerentes de manutenção têm que verificar os aspectos econômicos e operacionais para elencar qual será utilizado e em que parte do equipamento. Disto surgem os problemas de estratégias de manutenção, pois a manutenção em sua terceira geração exige que os gerentes, assim como os operadores e os mantenedores, estejam sempre atualizados à medida que a tecnologia dos equipamentos evoluem e que eles aceitem as mudanças de paradigmas no processo de manutenção dos mesmos, a fim de que possam evitar ao máximo a realização da correção da manutenção corretiva não planejada.

A evolução ocorrida nos sistemas de produção fez com que os modos de falhas comesçassem a mudar. Esta mudança de comportamento das falhas causou grande revolução nos processos para tratamento de falha, que tem por objetivo detectar as falhas potenciais e parar o equipamento somente quando planejado; de forma a evitar a manutenção corretiva não planejada.

Para que não ocorra falhas inesperadas, deve-se detectar as falhas potenciais de modo a evitar as falhas funcionais. Isso caracteriza as ações de manutenção da 3ª geração da manutenção, em que as paradas inesperadas dos equipamentos são consideradas inadmissíveis. De nada adianta possuir modernos



sistemas de manutenção como a atividade de controle a distância e computadorizado, se os problemas causados por imperícia, por negligência ou por imprudência dos operadores e/ou mantenedores dos equipamentos pesado de engenharia nas OM E Cnst continuam existindo. Os operadores/mantenedores devem possuir sensibilidade e a habilidade para evitar que isto ocorra ou detectar o problema na sua fase inicial é fundamental para o combate a possíveis problemas futuros. Assim, aumentam a necessidade de uma atenção permanente, por parte do operador, sobre o equipamento em operação.

O papel do operador no sucesso do processo de manutenção do equipamento, destacando a importância do operador em conhecer o funcionamento das partes do equipamento o qual opera. Nesta 3ª geração da manutenção a complexidade dos equipamentos aumentou exigindo medidas de monitoramento constante por parte dos operadores dos equipamentos. Se estes não conhecerem o equipamento o qual operam não estarão aptos a realizarem as inspeções diárias de modo confiável, além de não poderem informar ao pessoal da manutenção, com maior exatidão, qualquer avaria que venha ocorrer no equipamento.

As ferramentas de Gestão pela Qualidade Total passaram a fazer parte do planejamento da manutenção. Para isso, faz-se necessário utilizar o 5W2H, o PDCA e o 5'S, a fim de facilitar na organização dos procedimentos a serem realizados e na designação das pessoas que devem realizar tais procedimentos. Além disso, não se pode olvidar dos indicadores de acompanhamento de desempenho da manutenção, de forma que haja subsídios reais para a melhoria contínua da manutenção nos diversos equipamentos existentes nas OM E Cnst.

Assim, o gerenciamento da atividade de manutenção, que visa atender a 3ª geração, deve possuir procedimentos rigorosos de controle contínuo da atividade de manutenção, pessoal (mantenedor e operador) devidamente capacitado e ferramentas necessárias para a detecção de falhas potenciais de modo a evitar a realização da manutenção corretiva não planejada.

## **REFERÊNCIAS**

1. **DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO**, Brasília. Disponível em < <http://www.dec.eb.mil.br> >
2. BRASIL. **Manual de Campanha C 5-1, O Emprego da Engenharia**, 1999.

3. **DIRETORIA DE OBRAS E COOPERAÇÃO**, Brasília. Disponível em < [http: < http: < http://www.doc.eb.mil.br >](http://www.doc.eb.mil.br) >
4. BRASIL. **C 5-21, Manual de Campanha**, Batalhão de Engenharia de Construção (ANTEPROJETO), 2005.
5. XENOS, H. G. P. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Minas Gerais. INDG Tecnologia e Serviços Ltda.
6. TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN. 2002.
7. KARDEC, A; RIBEIRO H. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
8. CAT® da CATERPILLAR INC. **Manual de Produção Edição 31**. Peoria – EUA. 2000.
9. DE SIQUEIRA, I. P. **Manutenção Centrada na Confiabilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark. 2005.
10. KARDEC, A; NASCIF, J.; BARONI, T. **Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.
11. ZEN, M.; KARDEC, A. **O Fator Humano na Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark , 2004.
12. KARDEC, A.; NASCIF, J. **Mantenimiento: Función Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark. 2004.
13. CABRAL, N.; ARCURI, R.; KARDEC, A. **Avaliação do Desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
14. FILHO, G. B. **Indicadores e Índices de Manutenção**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna. 2006.
15. LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark. 2006.