

A MANUTENÇÃO PREDITIVA: uma ferramenta valiosa

CARLOS EDUARDO NUNES PESSANHA*
Capitão de Corveta (FN)

SUMÁRIO

Introdução
Manutenção preditiva
Modalidades da manutenção preditiva
A manutenção preditiva e a sua aplicabilidade na Marinha do Brasil
Custo para implementação de um sistema de manutenção preditiva
Benefícios de um programa de manutenção preditiva
Considerações finais

INTRODUÇÃO

O ambiente atual é marcado por um mercado extremamente competitivo, em que as organizações travam batalhas constantes em busca de melhores desempenhos nas suas operações. Com os avanços tecnológicos existentes, a eficiência operacional tem se tornado fator-chave para a sobrevivência e o crescimento das organizações e instituições. Ademais, é exigente no consumidor atual o maior nível de exigência quanto aos serviços e produtos demandados, não se admitindo

a ocorrência de erros como demora excessiva, produtos fora de especificação e retrabalho, entre outros contratemplos.

Dessa forma, a organização precisa primar pela confiabilidade e estabilidade de seus processos, de modo que sua cadeia de valor apresente um fluxo estável e homogêneo, livre de oscilações decorridas de problemas como gargalos em padrões de trabalho, mau funcionamento de sua estrutura e equipamentos de apoio. Nesse contexto multifacetado e complexo, inicia-se o papel fundamental da função manutenção. De acordo com a NBR 5462/1994, a ma-

* Serve na Seção de Operações do Comando da Força Aeronaval.

manutenção consiste na combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo-se as ações de supervisão, voltadas a manter ou realocar um item para um estado no qual possa desempenhar a função para o qual foi requerido.

A norma inglesa BS-3811/1993 define manutenção como a combinação de qualquer ação para reter um item ou restaurá-lo, de acordo com um padrão aceitável. Manter significa fazer tudo o que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, num nível de desempenho exigido.

Contudo, a despeito da visão atual da sua importância, a manutenção foi negligenciada pelas instituições por muitas décadas, sendo vista como uma função secundária, apesar de necessária, não recebendo a devida atenção, pois não se identificava o impacto que exercia sobre os resultados organizacionais. De fato, a manutenção, ao longo dos anos, passou por uma série de mudanças, o que pode ser bem observado no trabalho de CURY NETTO (2008), o qual apresenta um quadro elaborado a partir de MORAES (2004), em que são descritos os processos de evolução da manutenção em três gerações, como pode ser visto na Figura 1.

Na atual conjuntura competitiva, quando se busca a inserção no mundo globalizado, questões voltadas ao tema

manutenção têm fator preponderante na redução de custos. Nesse sentido, essa temática deveria ser tratada como investimento e não como despesa, pois, além de se manter bem determinado em funcionamento, mantém-se, também, o processo produtivo, no caso da Marinha do Brasil, o aprestamento operativo das unidades.

Assim sendo, os processos afetos à manutenção exercem uma grande influência sobre o nível de produtividade e aprestamento da organização, agindo diretamente sobre seus resultados atrelados aos objetivos estratégicos. Nesse ponto, por atuar sobre as operações produtivas e logísticas da instituição, a manutenção permite aumentar níveis de disponibilidade e prontidão, por meio do ganho de desempenho de suas operações, tornando-a mais eficiente. Por outro, ao se aumentar a eficiência da organização, esta gera um grande impacto sobre os custos operacionais, de modo a contribuir para sua redução e, assim, aumentar a eficiência do emprego do erário ou, no caso das empresas, incrementar a margem de lucro.

De acordo com CIOCHETTA (2004) os custos de manutenção apresentam uma significativa participação sobre os custos operacionais e, dependendo do tipo de organização, podem ter uma representação de 15% a 30% sobre os custos dos processos. Ainda segundo o mencionado autor, a prática de uma gestão ineficaz de

manutenção representa, anualmente, um prejuízo de aproximadamente 60 bilhões de dólares, sendo que o mais importante é o fato de que



Figura 1 – Etapas da Evolução da Manutenção

Fonte: MORAES, 2004

nossa gerência ineficaz da manutenção tem um impacto dramático sobre nossa habilidade de realizar intervenções de manutenção com efetividade e qualidade.

Partindo-se dessas premissas, busca-se no presente artigo analisar a manutenção preditiva, a qual vem ganhando grande destaque em um mundo cada vez mais competitivo e globalizado, sendo esta uma técnica de manutenção preventiva, que contribui de forma significativa para a competitividade e os resultados das organizações.

Destarte, busca-se no presente estudo analisar o que vem a ser a manutenção preditiva, assim como descrever suas principais peculiaridades e vantagens a serem obtidas com sua adoção. Parte-se, assim, de uma pesquisa exploratória, baseada em um levantamento bibliográfico de obras sobre o assunto em questão, tendo por propósito responder às seguintes questões:

- No que consiste a manutenção preditiva?
- Quais os benefícios para as empresas?
- A manutenção preditiva é útil?
- Quais os custos de se adotar a manutenção preditiva?

MANUTENÇÃO PREDITIVA

Diversos são os tipos de manutenção existentes atualmente, os quais podem ser vistos nos trabalhos de CHIOCHETTA (2004), SILVA (2004) e CURY NETTO (2008), sendo descritos, de forma resumida, a seguir:

– Manutenção corretiva – trata-se da atuação voltada para a correção de uma falha ocorrida em um equipamento, ou um desempenho abaixo do esperado, com propósito de corrigi-lo, sendo esta categoria dividida em dois tipos:

- Manutenção corretiva não planejada – realiza-se aqui a correção da falha ou problema de maneira aleatória, ou seja, na

maioria dos casos acontece após a ocorrência do fato responsável por prejudicar o desempenho do equipamento; e

– Manutenção corretiva planejada – neste caso, a correção se faz a partir de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo por uma decisão da gerência, sendo que, devido ao fato de ser uma ação planejada, a mesma apresenta custos e impactos bem menores que a não planejada;

– Manutenção Preventiva – trata-se de um processo de atuação realizado com o propósito de reduzir a incidência das falhas ou queda no desempenho, partindo-se de um planejamento baseado em manutenções periódicas. Sua eficácia está condicionada à eficiência na determinação do intervalo de tempo necessário para sua realização;

– Manutenção Preditiva – consiste em uma atuação realizada em sistema de proteção ou comando, que tem por propósito detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. O termo associado à manutenção preditiva é prever. Esse é o principal objetivo da manutenção preditiva: prever ou prevenir as falhas nos equipamentos por meio do acompanhamento de diversos parâmetros, permitindo a operação contínua pelo maior tempo possível. Ou seja, a manutenção preditiva privilegia a disponibilidade do meio à medida que, em princípio, não deve promover intervenções nos equipamentos em operação.

Desta feita, a manutenção preditiva vem a ser o conjunto de atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que são capazes de indicar a performance ou desempenho dos equipamentos de um modo sistemático, possibilitando visualizar a necessidade quanto à realização de intervenções.

A premissa comum da manutenção preditiva é que o monitoramento regular

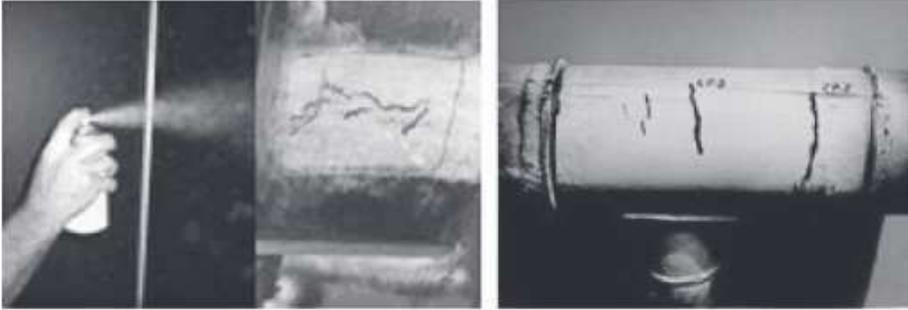


Figura 2 – Ensaio de líquido penetrante para detectar pequenas trincas
Fonte: Souza (2017)

da condição mecânica real, o rendimento operacional e outros indicadores da condição operativa das máquinas e sistemas de processo fornecerão os dados necessários para assegurar o intervalo máximo entre os reparos. Ela também minimiza o número e os custos de paradas não programadas criadas por falhas da máquina.

Ademais, a manutenção preditiva é uma importante ferramenta dentro de um plano de manutenção preventiva, que consiste na utilização de técnicas modernas de engenharia, com propósito de identificar variações nos equipamentos que demonstrem uma tendência à ocorrência de problemas ou falhas no seu desempenho. A manutenção preditiva engloba a análise de desgaste dos componentes por meio da identificação da presença de partículas de ferro nos óleos lubrificantes das máquinas, no aumento do nível de vibração dos componentes (assinatura vibratória) e nos testes de emissão acústica, assim como nos ensaios mecânicos não destrutivos para detectar trincas e falhas em materiais metálicos, como se pode ver na Figura 2.

Este tipo de manutenção permite uma reação mais rápida quando da identificação de um possível sinal de problema, ou indício de falha, sendo possível programar as intervenções nas máquinas de modo planejado, coadunando-se, por exemplo, com a época de aquisição de sobressalen-

tes para reposição, reduzindo eventuais custos com estoques e gasto de tempo com mecanismos e sistemas de controle.

Nesse sentido, a manutenção preditiva vem a ser muito mais do que uma ação de monitoramento, pois trata-se de um meio de se melhorar a produtividade, a qualidade, a disponibilidade, e a efetividade global dos processos, podendo ser encarada como uma filosofia ou atitude que se baseia na condição real dos equipamentos ou dos sistemas com propósito de otimizar a condição operativa dos meios.

MODALIDADES DA MANUTENÇÃO PREDITIVA

Segundo nos relata LIMA, 2006, o campo de atuação da manutenção preditiva é extremamente amplo, podendo ser possível encaixar pelo menos um conceito de aplicação em cada equipamento ou instalação, como análise vibracional, ferrografia, termografia, ultrassom e análise de pressões. Nesse sentido, esta modalidade de manutenção pode ser encarada como uma importante ferramenta de apoio aos demais sistemas de manutenção, sendo, nos casos das modalidades TPM (Total Productive Maintenance) e RCM (Reliability Centred Maintenance), de vital importância nos pilares de manutenção planejada.

Radiações Ionizantes Raios X e Gamagrafia	Energia Acústica Ultrassom e Emissão acústica
Energia Eletromagnética Partículas magnéticas Correntes parasíticas	Fenômenos de Viscosidade Líquidos penetrantes
Inspeção Visual Endoscopia ou Boroscopia	Análise de Vibrações Nível global, Espectro de vibrações
Deteção de Vazamentos	Pulso de choque
Análise de óleos lubrificantes ou isolantes Viscosidade, Número de neutralização (acidez ou basicidade), Teor de água, Insolúveis, Contagem de partículas Metais por espectrometria por infravermelho Cromatografia gasosa, Tensão interfacial, Rigidez dielétrica, Ponto de fulgor	Análise de Temperatura – Termometria Termometria convencional Indicadores de temperatura Pirometria de radiação Termografia
Ferrografia Ferrografia quantitativa Ferrografia analítica	Verificações de Geometria Metrologia convencional Alinhamento de máquinas rotativas
Ensaio Elétricos Corrente, Tensão, Isolação, Perdas dielétricas, Rigidez dielétrica, Espectro de corrente ou tensão	Forças Células de carga, Teste de pressão, Teste hidrostático, Teste de vácuo, Deteção de trincas

Tabela 1 – Técnicas de Monitoramento Preditivas
Fonte: Cury Neto (2008)

As técnicas expostas na Tabela 1 são capazes de detectar eventuais defeitos ou falhas de funcionamento sem a necessidade de interrupção do processo produtivo e de modo que a intervenção corretiva possa ser programada com antecedência suficiente, o que proporciona os seguintes benefícios:

- aumento da segurança e da disponibilidade dos equipamentos, com redução dos riscos de acidente e queda abrupta na disponibilidade dos meios;
- eliminação da troca prematura de componentes com vida útil remanescente ainda significativa;
- redução no tempo de intervenção e nos custos associados, pelo conhecimento antecipado dos defeitos a serem corrigidos;
- aumento da vida útil dos componentes pela melhoria das condições de instalação e de operação; e
- avaliação de eficiência, quantidade e qualidade dos serviços corretivos.

Pelo exposto, tem-se que o aumento da disponibilidade e da competência, a melhoria do nível de trabalho dos executores e o aumento no nível de segurança operacional e da elevação da motivação da equipe, acompanhados de redução nos custos, são as principais marcas da manutenção preditiva. Ademais, não se pode perder de vista que os processos associados a esse tipo de manutenção proporcionam elevada transparência na gestão, por meio da implantação de um sistema integrado em que todos os envolvidos possuem franca visualização dos trabalhos realizados.

A MANUTENÇÃO PREDITIVA E A SUA APLICABILIDADE NA MARINHA DO BRASIL

Na busca incessante da Administração Naval em prover uma Marinha que atenda aos anseios de uma nação em pleno progresso e que esteja equipada e

balanceada para bem cumprir sua missão constitucional, a Marinha do Brasil (MB) vem assumindo um papel relevante neste contexto, haja vista as aquisições de novos meios de superfície, o Programa de Submarinos, o aumento e a modernização dos meios aeronavais e de Fuzileiros Navais, entre outros feitos. Em uma janela temporal entre o curto e o médio prazo, a nossa Marinha terá uma “nova cara”, mais moderna e dinâmica e que cobrará preços mais elevados para uma manutenção eficiente e eficaz, com altos níveis de segurança operativa.

A implementação de um planejamento que concilie manutenção e economia é fundamental, no entanto, nesse ponto há um desafio e tanto: como economizar sem afetar a segurança? A resposta para este importante questionamento pode estar na manutenção preditiva.

Partindo da premissa de que a manutenção preditiva tem a filosofia de executar intervenções quando se observa variações fora do padrão que se vinha observando, além de permitir o acompanhamento da assinatura vibratória dos diversos componentes, é possível inferir que a sua adoção apresenta a vantagem de redução dos estoques de componentes, visto que é possível acompanhar o desgaste do componente e antecipar-se a uma falha mecânica ou estrutural. Em alguns casos é possível permitir a extensão da vida útil de determinado item, reduzindo-se os custos de manutenção e elevando-se a operacionalidade.

Contudo, é no campo da segurança operativa que a manutenção preditiva pode ser explorada em todo o seu potencial. A análise acurada de dados como assinatura vibratória de elementos rotativos, tendências crescentes de desgastes, presença de metal no óleo de lubrificação, entre outras observações, pode significar

a interrupção na operação do meio bem antes da apresentação da falha em si, garantindo a segurança do pessoal e a preservação do material.

Nesse sentido, pode-se citar um exemplo de aplicação da manutenção preditiva por meio de ferramentas especiais, com o intuito de se obter máxima eficiência nas análises, como é o caso do M'Arms (Modular Aircraft Recording and Monitoring System), empregado nas aeronaves UH-15. Por meio deste sistema é possível o monitoramento sistemático dos dados de vibração, desempenho e utilização da aeronave. Trata-se de uma ferramenta modular. Em um primeiro módulo está a “caixa preta”, importante na investigação de incidentes, acidentes e ocorrências de solo com a máxima clareza de informações. Em um segundo módulo encontram-se os dados de desempenho da aeronave, em que é possível a realização de briefings e debriefings detalhados da qualidade do voo. No terceiro e último módulo é possível monitorar os dados de vibração de mais de 700 componentes.

Por meio da análise de vibração é possível saber, desde que o monitoramento venha sendo sistematicamente realizado, como está a “saúde” do meio, o que proporciona a oportunidade de antecipação aos problemas futuros, contribuindo, assim, para uma operação com elevado grau de segurança. Convém ressaltar que a aplicabilidade de ferramentas especiais como a citada é plenamente possível em todos os meios operativos empregados pela MB.

Destarte, pelo apresentado neste estudo, a nossa Marinha poderá empregar os benefícios da manutenção preditiva, à luz das vantagens a serem obtidas com a sua adoção, tendo em vista a possibilidade de monitoramento regular da condição mecânica real e outros indicadores da condição operativa do

meio, assegurando um intervalo máximo entre os reparos e minimizando os custos com paradas não programadas criadas por falhas da máquina, permitindo uma ação proativa. Ademais, a manutenção preditiva permite uma antevisão a um possível sinal de problema, ou indício de falha, sendo assim possível programar as intervenções de modo planejado. Pode-se, inclusive, programar a compra de peças para reposição, reduzindo, assim, os custos de estoques.

No que tange à segurança operacional, a utilização da manutenção preditiva poderá auxiliar na redução do número de acidentes, bem como aumentar o nível de segurança e de confiabilidade de qualquer meio. Na prática, seria possível considerar um componente que, depois de inspecionado, fosse considerado em conformidade e, perante a análise de vibração em um programa de manutenção preditiva, seja constatado o contrário, com a anomalia da assinatura vibratória podendo significar a existência de trincas que, ao se propagarem, desencadearão uma ruptura, caso não fosse substituído. Com efeito, a substituição antecipada poderá melhorar os níveis de segurança e, em última análise, reduzir sobremaneira os custos envolvidos com manutenções corretivas que envolvam componentes de elevado valor agregado e longos tempos de indisponibilidade do meio.

CUSTO PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA

Segundo CURY NETO (2008), os custos de manutenção de uma organização podem representar até 20% dos recursos disponíveis, a depender da complexidade e do tipo de processo adotado. Os

custos relacionados ao investimento para implantação de um sistema de manutenção preditiva podem requerer um baixo valor, desde que apenas alguns pontos sejam implementados e se opte por um sistema de monitoramento *off-line*, ou de um montante mais elevado, caso sejam implementadas todas as ações voltadas à sua franca atividade, além de se optar por um monitoramento *on-line*.

Outros gastos devem ser considerados para a implantação deste sistema, como aqueles voltados ao treinamento de recursos humanos, aquisição de sistemas e softwares de gestão e acompanhamento, entre outros. Contudo, considerando o investimento e a economia a médio e longo prazo proporcionados com a adoção da manutenção preditiva, é lícito afirmar que é extremamente viável sua adoção.

BENEFÍCIOS DE UM PROGRAMA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA

Diversos são os benefícios obtidos pela prática da manutenção preditiva, como ensina CURY NETO (2008), em que se podem destacar os seguintes pontos: incremento na segurança operacional, melhora nos índices de confiabilidade, maior qualidade nos processos de manutenção, custos de operação mais baixos, possibilidade de operação de componentes por mais tempo e melhora nos índices de tempo médio entre falhas mecânicas.

Pode-se, assim, perceber o impacto que a manutenção preditiva pode exercer sobre as operações da organização, em que se verificam elevados potenciais de redução de custos, combinando-se com melhora na qualidade dos serviços prestados e aumento nos níveis de alerta situacional quanto às possíveis falhas que poderão redundar em acidentes. Neste ponto,

pode-se utilizar estes benefícios para um cálculo do retorno do investimento a ser realizado para implantação da manutenção preditiva, sendo este realizado conforme descrito abaixo.

Primeiramente devem-se levantar todos os gastos a serem realizados para implantação do sistema, dentre os quais destacam-se os custos dos equipamentos e das estruturas, treinamento de pessoal e impacto financeiro sofrido nas etapas iniciais da implantação, formando-se, por fim, o montante requerido de recursos a ser empregado.

Posteriormente devem-se estimar os retornos com a implantação de tal sistema, abrangendo o aumento da disponibilidade, incremento da confiabilidade, economia nos custos voltados aos serviços de manutenção planejada e melhora nos índices de segurança.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como se pode ver, a manutenção tem assumido uma posição estratégica nas organizações devido ao impacto que exerce sobre a qualidade dos trabalhos realizados, bem como sobre os resultados institucionais. Entre os diversos tipos de manutenção existentes, a manutenção preditiva tem ganhado destaque pelo fato de permitir a introdução de uma atividade proativa de gestão, otimizando processos e melhorando os índices de disponibilidade.

É importante ressaltar o investimento inicial para introdução dos princípios de

manutenção preditiva, mormente pela necessidade de aquisição de equipamentos, ferramentas e sistemas especiais e de treinamento de recursos humanos. Tais óbices podem ensejar, em um primeiro momento, uma eventual tendência de se manter a situação como está, optando-se por aplicar os recursos existentes, muitas vezes escassos, em outros métodos consagrados de manutenção. Contudo, estudos mais detalhados dão conta de que a manutenção preditiva apresenta resultados

tão profícuos que, atualmente, é considerada uma atividade produtiva e a principal técnica para levantamento de parâmetros para ação de manutenção preventiva nos equipamentos.

Conforme apresentado no presente artigo, entre as vantagens a serem

obtidas com a plena implantação da manutenção preditiva podem-se citar:

- intervenções corretivas programadas que custam menos e evitam longos tempos de indisponibilidade;
- aperfeiçoamento da manutenção, de forma a mitigar, ou mesmo eliminar, a necessidade de sobressalentes e componentes em estoque, economizando-se vultosa quantidade de recursos financeiros;
- aperfeiçoamento dos processos de manutenção, evitando-se reparos urgentes e com baixo nível de qualidade;
- redução entre 15% e 20% nos custos relacionados à manutenção de meios; e
- aumento substancial no nível de segurança operacional, por permitir uma visão antecipada e holística de possíveis falhas que poderiam redundar em um acidente.

A manutenção preditiva tem ganhado destaque pelo fato de permitir a introdução de uma atividade proativa de gestão, otimizando processos e melhorando os índices de disponibilidade

Há que se mencionar que o processo de implementação da manutenção preditiva poderá enfrentar naturais resistências, frutos de um status quo previamente existente. Trata-se de uma mudança de paradigma que envolve o aperfeiçoamento da cultura organizacional, visando ao crescimento de uma mentalidade mais voltada à proatividade.

Contudo, a reorganização dos processos com vistas a deslocar o eixo de

visão do reativo (manutenção corretiva) para o proativo (manutenção preditiva) transformará a gestão dos meios, permitindo a adoção de critérios mais críveis e dinâmicos, com resultados significativos no aumento geral da disponibilidade e incremento da confiabilidade e da segurança, bem como a redução substancial dos custos envolvidos no aprestamento operativo dos meios.

1 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<APOIO>; Manutenção; Gerência;

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Márcio Tadeu. “Manutenção Preditiva: benefícios e lucratividade”. Artigo disponível no site do Instituto de Vibração MTA. Disponível em: < <http://www.mtaev.com.br/download/mnt2.pdf>>. Acesso em 15 de agosto de 2017.
- CHIOCHETTA, João Carlos; HATAKEYAMA, Kazuo; MARÇAL, Rui Francisco Martins. “Sistema de Gestão da Manutenção para a Pequena e Média Empresa”. Artigo publicado no XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção – Enegep; Florianópolis, SC. Novembro de 2004.
- CURY NETTO, Wady Abrahão. A Importância e a Aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas Indústrias. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG. Dezembro de 2008.
- LIMA, Walter da Costa; LIMA, Carlos Roberto Camello; SALLES, Antônio Arantes. “Manutenção Preditiva, o caminho para a excelência – Uma vantagem competitiva”. Artigo publicado no XIII Simpep. Bauru, SP. Novembro de 2006.
- SILVA, Romeu Paulo. Gerenciamento do Setor de Manutenção. Departamento de Economia, Contabilidade e Administração da Universidade de Taubaté. Taubaté, SP. 2004.
- SOUZA, Alexandre. “MPT- Manutenção Produtiva Total: Uma importante ferramenta de Gestão da Cadeia Produtiva. Artigo disponível no site da Cognatta Consultoria. Disponível em <http://www.cognatta.com/arquivos/artigos/4c7e66f18e.pdf>. Acesso em 16 de novembro de 2017.