

Capítulo II

Terotecnologia e tipos de manutenção

Por Igor Mateus de Araújo e João Maria Câmara*

A terotecnologia é uma técnica inglesa que determina a participação de um especialista em manutenção desde a concepção do equipamento até sua instalação e primeiras horas de produção. Com a terotecnologia, obtêm-se equipamentos que facilitam a intervenção dos mantenedores.

Atualmente, há empresas que aplicam o chamado retrofitting, que são reformas de equipamentos com atualização tecnológica. Por exemplo, reformar um torno mecânico convencional transformando-o em torno CNC é um caso de retrofitting.

A manutenção não planejada classifica-se em duas categorias: a corretiva e a de ocasião. A manutenção corretiva tem o objetivo de localizar e reparar defeitos em equipamentos que operam em regime de trabalho contínuo. Já a manutenção de ocasião consiste em fazer consertos quando a máquina está parada.

É possível perceber, no início do processo de manutenção, alguns problemas que tendem a piorar:

- Ausência de pessoal de manutenção com conhecimento inicial profundo das instalações;
- Escassez de dados de consulta necessários para a correta pesquisa de anomalias e para referência dos procedimentos e peças de substituição a usar, isto é, má organização da biblioteca de manuais técnicos e de manutenção;
- Escassez de desenhos de projeto detalhados, correspondendo corretamente aos equipamentos instalados e às conexões efetuadas;
- Ausência de estoques corretos de peças de reposição no que se refere à qualidade ou à quantidade dos itens de almoxarifado;
- Inexistência de rotinas de diagnóstico e de

manutenção preventiva previamente estruturadas e racionalizadas;

- Inexistência de procedimentos normalizados e racionalizados para a manutenção periódica programada de grandes equipamentos;
- Inexistência de fichários históricos para registro de tempos, ocorrências, etc.;
- Escolha incorreta dos equipamentos e soluções.

Negligência de aspectos de grande importância, tais como: conservação ou manutenção dos equipamentos, tempo médio entre falhas, vida útil e tempo médio de reparo dos equipamentos, além da existência de meios humanos e materiais para a manutenção.

Tipos de manutenção

Manutenção corretiva

Manutenção corretiva é a atuação para correção da falha ou do desempenho menor que o esperado. Essa manutenção tem o objetivo de localizar e reparar defeitos em equipamentos que operam em regime de trabalho contínuo.

A manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes:

- **Manutenção corretiva não planejada** – correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha – ou desempenho menor que o esperado – após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica altos custos, pois causa perdas de produção, porém, a extensão dos danos aos equipamentos é maior. Quando só existe corretiva, a manutenção é comandada pelos equipamentos.
- **Manutenção corretiva planejada** – correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo,

detectivo ou até pela decisão gerencial de se operar até a falha. Esse tipo de manutenção é planejada e tudo o que é feito dessa forma é sempre mais barato, mais seguro e mais rápido. Em algumas indústrias, esses dois tipos de manutenção corretiva são conhecidos como manutenção corretiva previsível e manutenção corretiva não previsível.

Manutenção preventiva

Consideremos o motor de um automóvel. De tempos em tempos o usuário deverá trocar o óleo do cárter e, não realizando essa operação periódica, correria o risco de danificar os elementos que constituem o motor. Como o usuário faria para controlar essa troca periódica do óleo?

Para realizar esse controle, o usuário deverá acompanhar a quilometragem do carro e, baseado nela, fazer a previsão da troca do óleo. Essa previsão nada mais é do que uma simples manutenção preventiva.

- CONCEITOS

A manutenção preventiva obedece a um padrão previamente esquematizado, que estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças gastas por novas, assegurando o funcionamento perfeito da máquina por um período predeterminado.

O método preventivo também proporciona um determinado ritmo de trabalho, assegurando o equilíbrio necessário ao bom andamento das atividades.

O controle das peças de reposição é um problema que atinge todos os tipos de indústria. Uma das metas a que se propõe o órgão de manutenção preventiva é a diminuição sensível dos estoques. Isso se consegue com a organização dos prazos para reposição de peças, assim, ajustam-se os investimentos para o setor.

Se uma peça de um conjunto que constitui um mecanismo estiver executando seu trabalho de forma irregular, ela estabelecerá, fatalmente, uma sobrecarga nas demais peças que estão interagindo com ela. Como consequência, a sobrecarga provocará a diminuição da vida útil das outras peças do conjunto. O problema só pode ser resolvido com a troca da peça problemática com antecedência, a fim de preservar as demais.

Em qualquer sistema industrial, a improvisação é um dos focos de prejuízo. É verdade que quando se improvisa pode-se evitar a paralisação da produção, mas perde-se em eficiência. A improvisação pode, e deve, ser evitada por meio de métodos preventivos estabelecidos pelos técnicos de manutenção preventiva. A aplicação de métodos preventivos assegura um trabalho uniforme e seguro.

O planejamento e a organização fornecidos pelo método

preventivo são uma garantia aos homens da produção, que podem controlar – dentro de uma faixa de erro mínimo – a entrada de novas encomendas.

Com o tempo, os industriais foram se conscientizando de que a máquina que funcionava ininterruptamente até quebrar acarretava vários problemas que poderiam ser evitados com simples paradas preventivas para lubrificação, troca de peças gastas e ajustes.

Com o auxílio dos relatórios escritos sobre os trabalhos realizados, são suprimidas as inconveniências das quebras inesperadas. Isso evita a difícil tarefa de trocas rápidas de máquinas e improvisações que causam o desespero do pessoal da manutenção corretiva.

A manutenção preventiva é um método aprovado e adotado atualmente em todos os setores industriais, pois abrange desde uma simples revisão – com paradas que não obedecem a uma rotina – até a utilização de sistemas de alto índice técnico. Este tipo de manutenção abrange cronogramas nos quais são traçados planos e revisões periódicas completas para todos os tipos de materiais utilizados nas oficinas. Ela inclui, também, levantamentos que visam facilitar sua própria introdução em futuras ampliações da fábrica.

A aplicação do sistema de manutenção preventiva não deve se restringir a setores, máquinas ou equipamentos. O sistema deve abranger todos os setores da indústria para garantir um perfeito entrosamento entre eles, de tal modo que, ao se constatar uma anomalia, as providências independam de qualquer outra regra que porventura venha a existir em uma oficina. Essa liberdade dentro da indústria é fundamental para o bom funcionamento do sistema preventivo.

O aparecimento de focos que ocasionam descontinuidade no programa deve ser encarado de maneira séria, organizando-se estudos que tomem por base os relatórios preenchidos por técnicos da manutenção. Estes deverão relatar, em linguagem simples e clara, todos os detalhes do problema em questão.

A manutenção preventiva nunca deverá ser confundida com o órgão de comando, apesar de ditar algumas regras de conduta a serem seguidas pelo pessoal da fábrica. À manutenção preventiva cabe apenas o lugar de apoio ao sistema fabril.

O segredo para o sucesso deste tipo de manutenção está na perfeita compreensão de seus conceitos por parte de todo o pessoal da fábrica, desde os operários à presidência.

A manutenção preventiva, por ter um alcance extenso e profundo, deve ser organizada. Se a organização da manutenção preventiva carecer da devida solidez, ela provocará desordens e confusões. No entanto, a capacidade e o espírito de cooperação dos técnicos são fatores importantes para a manutenção preventiva.

A manutenção preventiva também deve ser sistematizada para que o fluxo dos trabalhos proceda de modo correto e rápido. Sob esse aspecto, é necessário estabelecer quais serão os sistemas de informações empregados e os procedimentos adotados.

O desenvolvimento de um sistema de informações deve apresentar definições claras e objetivas, além de conter a delegação das responsabilidades de todos os elementos participantes. As informações deverão fluir rapidamente entre todos os envolvidos na manutenção preventiva.

Esse tipo de manutenção exige, também, um plano para sua própria melhoria. Isto é conseguido por meio de planejamento, execução e verificação dos trabalhos, que são indicadores para a busca da melhoria dos métodos e das técnicas de manutenção, e da elevação dos níveis de controle.

Esta é a dinâmica de uma instalação industrial. Finalmente, para se efetivar a manutenção preventiva e alcançar os objetivos pretendidos com sua adoção, é necessário dispor de um período de tempo relativamente longo para contar com o concurso dos técnicos e dos dirigentes de alto gabarito. Isso vale a pena, pois a instalação do método de manutenção preventiva pela maioria das grandes empresas industriais é a prova concreta da pouca eficiência do método de manutenção corretiva.

- OBJETIVOS

Os principais objetivos das empresas são, normalmente, redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção, preservação do meio ambiente, aumento da vida útil dos equipamentos e redução de acidentes do trabalho.

- **Redução de custos** – Em sua grande maioria, as empresas buscam reduzir os custos incidentes nos produtos que fabricam. A manutenção preventiva pode colaborar atuando nas peças sobressalentes, nas paradas de emergência etc., aplicando o mínimo necessário, ou seja, sobressalente versus compra direta; horas ociosas versus horas planejadas; material novo versus material recuperado.

- **Qualidade do produto** – A concorrência no mercado nem sempre ganha com o menor custo. Muitas vezes ela ganha com um produto de melhor qualidade. Para atingir a meta de qualidade do produto, a manutenção preventiva deverá ser aplicada com maior rigor, ou seja, máquinas deficientes versus máquinas eficientes; abastecimento deficiente versus abastecimento otimizado.

- **Aumento de produção** – O aumento de produção de uma empresa se resume em atender à demanda crescente do mercado. É preciso manter a fidelidade dos clientes já cadastrados e conquistar outros, mantendo os prazos de entrega dos produtos em dia. A manutenção preventiva colabora para o alcance dessa meta, atuando no binômio produção atrasada versus produção em dia.

- **Feitos no meio ambiente** – Em determinadas empresas, o ponto mais crítico é a poluição causada pelo processo industrial. Se a meta da empresa for a diminuição ou a eliminação da poluição, a manutenção preventiva – como primeiro passo – deverá estar voltada para os equipamentos antipoluição, ou seja, equipamentos sem acompanhamento

versus equipamentos revisados; poluição versus ambiente normal.

- **Aumento da vida útil dos equipamentos** – Esse é um fator que, na maioria das vezes, não pode ser considerado de forma isolada e, geralmente, é consequência de:

- redução de custos;
- qualidade do produto;
- aumento de produção;
- efeitos do meio ambiente.

A manutenção preventiva, atuando nesses itens, contribui para o aumento da vida útil dos equipamentos.

- **Redução de acidentes do trabalho** – Não são raros os casos de empresas cujo maior problema é a grande quantidade de acidentes. Os acidentes no trabalho causam:

- aumento de custos;
- diminuição do fator qualidade;
- efeitos prejudiciais ao meio ambiente;
- diminuição de produção;
- diminuição da vida útil dos equipamentos.

A manutenção preventiva pode colaborar para a melhoria dos programas de segurança e prevenção de acidentes.

- **DESENVOLVIMENTO**

Consideremos uma indústria ainda sem nenhuma manutenção preventiva, em que não há controle de custos e nem registros ou dados históricos dos equipamentos. Se essa indústria desejar adotar a manutenção preventiva, deverá percorrer as seguintes fases iniciais de desenvolvimento:

- a) Decidir qual o tipo de equipamento deverá marcar a instalação da manutenção preventiva com base no “feeling” da supervisão de manutenção e de operação;
- b) Efetuar o levantamento, e posterior cadastramento, de todos os equipamentos que serão escolhidos para iniciar a instalação da manutenção preventiva (plano piloto);
- c) Redigir o histórico dos equipamentos, relacionando os custos de manutenção (mão-de-obra, materiais e, se possível, lucro cessante nas emergências), tempo de parada para os diversos tipos de manutenção, tempo de disponibilidade dos equipamentos para produzirem, causas das falhas, etc;
- d) Elaborar os manuais de procedimentos para manutenção preventiva, indicando as frequências de inspeção com máquinas operando, com máquinas paradas e as intervenções;
- e) Enumerar os recursos humanos e os materiais que serão necessários à instalação da manutenção preventiva;
- f) Apresentar o plano para aprovação da gerência e da diretoria;
- g) Treinar e preparar a equipe de manutenção.

- **EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA**

a) Ferramental e pessoal – Se uma empresa contar com um modelo organizacional ótimo, com material sobressalente adequado e racionalizado, com bons recursos humanos, com bom

ferramental e instrumental, mas não tiver quem saiba manuseá-los, essa empresa estará perdendo tempo no mercado. A escolha do ferramental e instrumental é importante, porém, mais ainda é o treinamento da equipe que irá utilizá-los.

b) Controle da manutenção – Em manutenção preventiva, é preciso manter o controle de todas as máquinas com o auxílio de fichas individuais. É por meio delas que se faz o registro da inspeção mecânica da máquina e, com base nessas informações, a programação de sua manutenção.

Quanto à forma de operação do controle, há quatro sistemas: manual, semiautomatizado, automatizado e por microcomputador.

- Controle manual é o sistema no qual a manutenção preventiva e corretiva são controladas e analisadas por meio de formulários e mapas, preenchidos manualmente e guardados em pastas de arquivo.

- Controle semiautomatizado é o sistema no qual a intervenção preventiva é controlada com o auxílio do computador, e a intervenção corretiva obedece ao controle manual. Esquemáticamente:

A fonte de dados desse sistema deve fornecer todas as informações necessárias para serem feitas as requisições de serviço, incluindo as rotinas de inspeção e execução. O principal relatório emitido pelo computador deve conter no mínimo:

- o tempo previsto e gasto;
- os serviços realizados;
- os serviços reprogramados (adiados);
- os serviços cancelados.

Esses dados são fundamentais para a tomada de providências por parte da supervisão.

- Controle automatizado é o sistema em que todas as intervenções da manutenção têm seus dados armazenados pelo computador, para que sejam possíveis listagens, gráficos e tabelas para análise e tomada de decisões, conforme a necessidade e conveniência dos vários setores da manutenção.

No próximo fascículo, abordaremos as manutenções preditiva e detectiva.

**IGOR MATEUS DE ARAÚJO é engenheiro eletricista, atua na área de manutenção elétrica desde 2003 e é, atualmente, gestor da Unidade de Manutenção de Subestações e Linhas de Transmissão da Companhia Energética do Rio Grande do Norte (Cosern).*

JOÃO MARIA CÂMARA é técnico em eletrotécnica, engenheiro eletricista, engenheiro de segurança do trabalho e especialista em instrumentação. Foi chefe do departamento de manutenção elétrica da Indústria Têxtil Seridó, professor do departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal do Maranhão e, atualmente, é professor e chefe do departamento de engenharia elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

CONTINUA NA PRÓXIMA EDIÇÃO

Confira todos os artigos deste fascículo em www.osetoreletrico.com.br
Dúvidas, sugestões e comentários podem ser encaminhados para o e-mail redacao@atitudeditorial.com.br