



# Técnicas de Instalação e Manutenção

Aula 02 - Conceito Atual de Manutenção:  
Terotecnologia e Tipos de manutenção



Material Didático do Instituto Metrópole Digital - IMD  
Versão 5.0 - Todos os Direitos reservados

# Apresentação

---

Nesta aula, você vai estudar a história da evolução da manutenção no Brasil e no mundo. Verá como a manutenção se organiza nas empresas e como se gerencia serviços, tarefas e ordens de serviços.

## Objetivos

- Conceituar manutenção.
- Identificar os tipos de manutenção e suas aplicabilidades no processo industrial.
- Definir qual tipo de manutenção é mais adequado a cada caso específico.

# O lugar da manutenção

---

Os grupos que idealizam, projetam e instalam os grandes empreendimentos tecnológicos quase nunca se lembram de chamar os responsáveis pela manutenção para participarem dos trabalhos (**Figura 1**).

**Figura 01** - Ausência de documentação da montagem



Não incluir um plano de manutenção nos empreendimentos tecnológicos é uma grande falha. Essa falha, você percebe logo nos primeiros meses de funcionamento com as paradas para consertar os defeitos causados por fatores como:

- ausência de pessoal de manutenção com conhecimento inicial profundo das instalações;
- falta de uma biblioteca com os manuais dos equipamentos, esquemas das instalações e tipos de peças de reposição;
- inexistência dos desenhos detalhados da montagem dos equipamentos instalados, bem como das conexões que foram efetuadas;
- ausência de estoque de peças de reposição no almoxarifado;
- inexistência das rotinas de manutenção preventiva e dos diagnósticos estruturados e racionalizados;
- inexistência de procedimentos normalizados e racionalizados para a manutenção periódica programada de grandes equipamentos;
- falta de fichários históricos para registro de tempos e ocorrências, etc.;
- escolha incorreta dos equipamentos e soluções;
- negligência de aspectos de grande importância tais como: conservabilidade ou mantinabilidade dos equipamentos, tempo médio entre falhas, vida útil do equipamento, tempo médio de reparo dos equipamentos, e existência de meios locais humanos e materiais para a manutenção dos equipamentos.

Essa lista de fatores mostra claramente a importância da existência de um setor de manutenção logo nos nascimentos de uma empresa. A manutenção se tornou tão importante que criou-se a Terotecnologia (**Figura 2**).

**Figura 02 - O conceito de Terotecnologia**



## Atividade 01

---

1. Para que você tenha ideia da importância do registro das informações em empresa, faça a seguinte experiência em sua casa:

Vá à cozinha de sua casa e observe as paredes. Muito provavelmente, por dentro dessas paredes, passam canos que levam água para a pia de lavar louça. Pergunte a sua mãe ou a seu pai por onde passam esses canos. Explique a eles a importância de uma planta hidráulica. Se eles não entenderem, diga que quer fazer um furo na parede e não quer acertar o cano!!!.

Então, sua casa tem os registros por onde passam os canos de água da cozinha? Não? Bom, se você furar um cano de água, o prejuízo é pequeno, mas e em uma empresa de petróleo, se o setor de manutenção não souber por onde passa um duto (nome dado a um cano que conduz petróleo e derivados)? A partir dessa situação, esperamos que você tenha entendido a importância dos registros em uma empresa.

# Terotecnologia

---

A **Terotecnologia** é uma concepção global e integrada do modo como deve ser estudada, escolhida e construída uma nova instalação tecnológica. Os conceitos básicos são os seguintes:

- Os pontos de vista sociais, econômico-financeiros, tecnológicos, de operação e produção e de manutenção de um novo empreendimento são igualmente importantes. Especialistas dessas várias disciplinas devem fazer parte da equipe de concepção e acompanhamento, desde as fases iniciais (plano diretor, projeto básico, anteprojeto, projeto detalhado) e durante a instalação de partida.
- Os pareceres da manutenção estarão sempre presentes em toda a fase de concepção, escolha de equipamentos e escolha de soluções de instalação.
- A manutenção deve ser previamente organizada e estruturada antes do dia da partida da instalação. Nesse dia, a manutenção deve ser uma "máquina" pronta para partir.
- O pessoal básico de manutenção, que ficará adstrito ao sistema, deve acompanhar todas as fases do projeto e instalação de modo a conhecer em detalhe todas as minúcias dos equipamentos e das instalações logo de início.
- A chefia da manutenção deverá ocupar um nível hierárquico no organograma idêntico ao da chefia de operação.

Concluindo, a Terotecnologia é um estudo que reconhece a importância do setor de manutenção em todos os empreendimentos. Você já tinha ouvido falar em Terotecnologia?

## Atividade 02

---

1. Faça uma pesquisa na internet e marque qual dos benefícios a seguir não é resultado da Terotecnologia:
  - a. ( ) Aumento da competitividade
  - b. ( ) Satisfação dos clientes
  - c. ( ) Produtos com defeito zero
  - d. ( ) Aumento da rejeição de produtos pelo Controle de Qualidade

Para visualizar uma sugestão de resposta, [clique aqui.](#)

### Respostas

Se você respondeu a letra "d", você acertou. Como a Terotecnologia aumenta a eficiência da empresa, reduz o número de produtos rejeitados pelo controle de qualidade, já que ela busca alcançar produtos com zero de defeito.

## Tipos de manutenção

---

Você acabou de estudar sobre a importância da manutenção dentro das empresas e poderá estar se perguntando: Qual a diferença entre manutenção e conserto? Quando meu computador quebra, se trata de uma manutenção ou de um conserto? Dando continuidade aos nossos estudos, vamos agora conhecer os vários tipos de manutenção que se diferenciam dos simples consertos que estamos acostumados em nosso dia a dia.

## Manutenção corretiva

A **manutenção corretiva** é a forma mais óbvia e mais primária de manutenção. Pode sintetizar-se pelo ciclo "quebra-repara", ou seja, o reparo dos equipamentos após a avaria. Trata-se da forma mais cara de manutenção quando encarada do ponto de vista total do sistema. Pura e simples conduz a:

- baixa utilização anual dos equipamentos e máquinas e, portanto, das cadeias produtivas;
- diminuição da vida útil dos equipamentos, máquinas e instalações;
- paradas para manutenção em momentos aleatórios e, muitas vezes, inoportunos por corresponderem a épocas de ponta de produção, a períodos de cronograma apertado, ou até às épocas de crise geral

É claro que se torna impossível eliminar completamente esse tipo de manutenção, pois, em muitos casos, não se pode prever o momento exato em que se verificará um defeito que obrigará a uma manutenção corretiva de emergência. Apesar de rudimentar, a manutenção corretiva necessita de:

- pessoal previamente treinado para atuar com rapidez e proficiência em todos os casos de defeitos previsíveis e com quadro e horários bem estabelecidos;
- todos os meios materiais necessários para a ação corretiva, quais sejam: aparelhos de medição e teste adaptados aos equipamentos existentes e disponíveis, rapidamente, no próprio local;
- ferramentas indispensáveis para todos os tipos de intervenções necessárias que se convencionou realizar no local;
- manuais detalhados de manutenção corretiva, referentes aos equipamentos e às cadeias produtivas, e sua fácil acessibilidade;

- desenhos detalhados dos equipamentos e dos circuitos que correspondam às instalações atualizadas;
- almoxarifado racionalmente organizado, em contato íntimo com a manutenção e contendo, em todos os instantes, bom número de itens acima do ponto crítico de encomenda;
- contratos bem estudados, estabelecidos com entidades nacionais ou internacionais, no caso de equipamentos de alta tecnologia, cuja manutenção local seja impossível;
- reciclagem e atualização periódicas dos chefes e dos técnicos de manutenção;
- registros dos defeitos e dos tempos de reparo, classificados por equipamentos e por cadeias produtivas (normalmente associadas a cadeias de manutenção);
- registros das perdas de produção (efetuado de acordo com a operação-produção) resultantes das paradas devidas a defeitos e a parada para manutenção.

## Manutenção preventiva

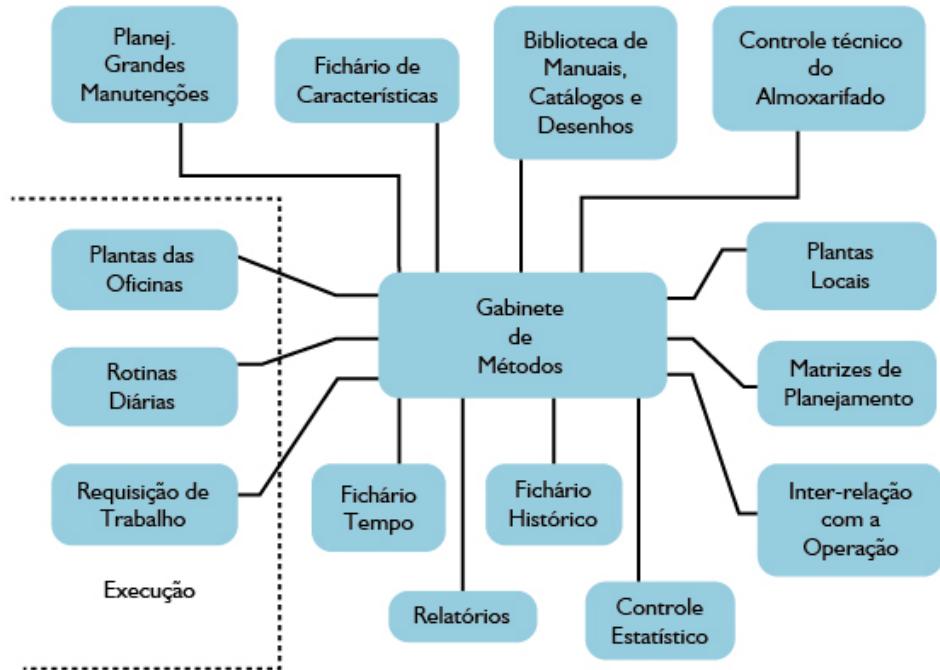
---

A **manutenção preventiva**, como o próprio nome sugere, consiste em um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a parada ou um baixo rendimento dos equipamentos em operação. Essa prevenção é feita baseada em estudos estatísticos, estado do equipamento, local de instalação, condições elétricas que o suprem, dados fornecidos pelo fabricante (condições ótimas de funcionamento, pontos e periodicidade de lubrificação, etc.), entre outros. Dentre as vantagens, podemos citar:

- Um escritório de planejamento da manutenção (Gabinete de Métodos) composto pelas pessoas mais capacitadas da manutenção e tendo funções de preparação de trabalho e de racionalização e otimização de todas as ações. Daqui advém uma manutenção de maior produtividade e eficácia.
- Uma biblioteca organizada contendo manuais de manutenção, manuais de pesquisas de defeitos, catálogos construtivos dos equipamentos, catálogos de manutenção (dados pelos fabricantes) e desenhos de projeto atualizados.
- Fichários contendo fichas históricas dos equipamentos com registro das manutenções efetuadas e defeitos encontrados; fichas de tempos de reparo, com cálculo atualizado de valores médios; fichas de planejamento prévio normalizado dos trabalhos repetitivos de manutenção. Nessas fichas, deve constar: composição das equipes de manutenção, materiais, peças de reposição e ferramentas, PRRT, com a sequência lógica das várias atividades implicadas.
- Plantas nas quais se mostram os trabalhos em curso e a realizar no futuro próximo. Devem existir plantas locais nas oficinas.
- Serviço de emissão de requisições ou pedidos de trabalho, contendo a descrição do trabalho, os tempos previstos, a lista de itens a requisitar e a composição da equipe especializada.
- Mapas de rotinas diárias.
- Serviço de controle, habilitado a calcular dados estatísticos destinados à confiabilidade e à produção.
- Serviço de emissão de relatórios resumidos das grandes manutenções periódicas.
- Interações organizadas com o almoxarifado e os serviços de produção.

Para que você tenha uma ideia global de como uma manutenção preventiva se estrutura, observe a **Figura 3** a seguir:

**Figura 03** - Diagrama da organização de uma manutenção preventiva



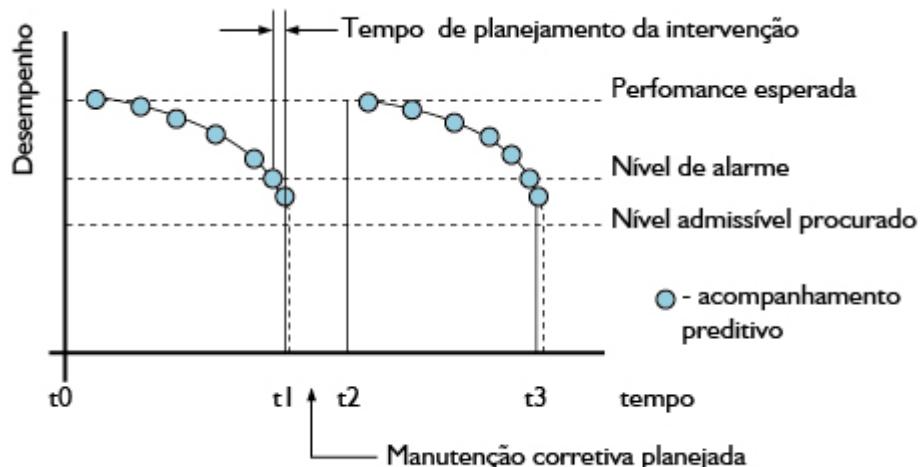
Esse é um diagrama geral e, dependendo da empresa, ele poderá ser adaptado. Se for mecanizado, você poderá até ativar ou desativar alguns blocos dele.

## Manutenção Preditiva

A **manutenção preditiva** é a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. O objetivo deste tipo de manutenção é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. É a primeira grande quebra de paradigma na manutenção. Se intensifica à medida que o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitam avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.

A **Figura 4**, a seguir, ilustra o processo de manutenção preditiva: quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite estabelecido, é tomada a decisão de intervenção. Normalmente, esse tipo de acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas com a produção.

**Figura 04** - Gráfico ilustrativo da manutenção preditiva.



**Fonte:** Kardec e Nascif (2012).

As condições básicas para a manutenção preditiva são as seguintes:

- O equipamento, o sistema ou a instalação devem permitir algum tipo de monitoramento/medição.
- O equipamento, o sistema ou a instalação devem merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos.
- As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada.
- Deve ser estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico sistematizados.
- É fundamental que a mão de obra da manutenção responsável pela análise e diagnóstico seja bem treinada. Não basta medir, é preciso analisar os resultados e formular diagnósticos.

Como você mesmo pode concluir, esse tipo de manutenção é muito específica, já que as máquinas e/ou equipamentos têm de estar apropriadas para ela.

## Manutenção Detectiva

---

A **manutenção detectiva** é a atuação efetuada em sistemas de proteção, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção, como ocorre, por exemplo, com a falha do botão de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis.

A identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos, essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal de operação.

É cada vez maior a utilização de computadores digitais em instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais. São sistemas de aquisição de dados, controladores lógicos programáveis, Sistemas Digitais de Controle Distribuídos (SDCD), multi-loops com computador supervisório e outra infinidade de arquiteturas de controle somente possíveis com o advento de computadores de processo.

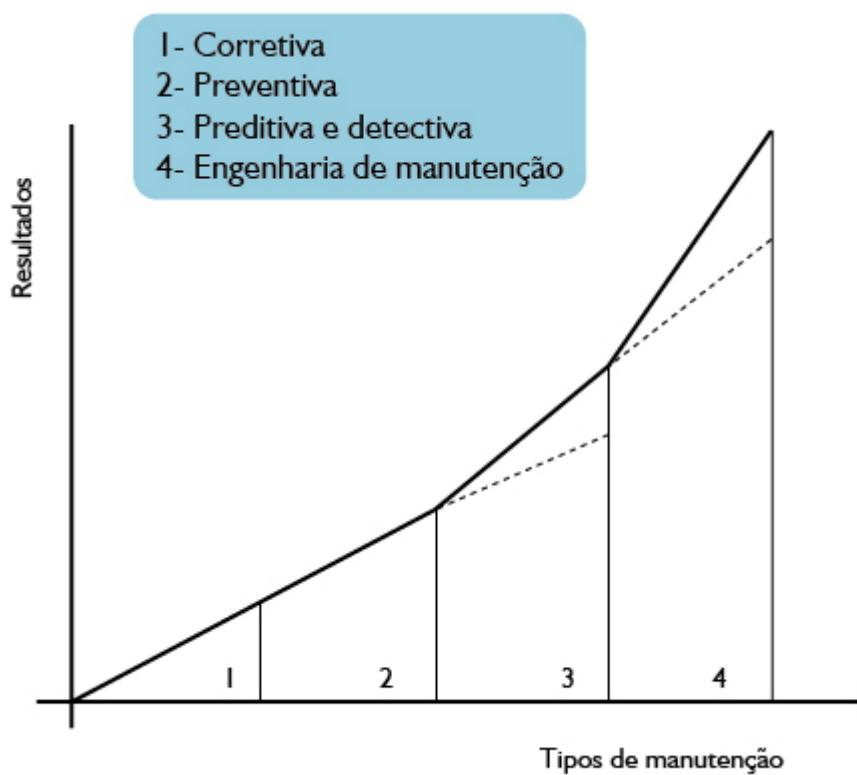
A principal diferença entre a manutenção detectiva e a preditiva é o nível de automatização. Na manutenção preditiva, faz-se necessário o diagnóstico a partir da medição de parâmetros, já na manutenção detectiva o diagnóstico é obtido de forma direta, a partir do processamento das informações colhidas junto à planta. Há apenas que se considerar a possibilidade de falha nos próprios sistemas de detecção de falhas, ainda que esta possibilidade seja muito remota. De uma forma ou de outra, a redução dos níveis de paradas indesejadas por manutenções não programadas fica extremamente reduzida.

# Engenharia de Manutenção

A engenharia de manutenção é uma nova concepção. É considerada a segunda quebra de paradigma na manutenção. Praticar engenharia de manutenção é deixar de ficar consertando continuadamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver a manutenibilidade, interferir tecnicamente nas compras e aplicar técnicas modernas.

O gráfico da **Figura 5**, a seguir, mostra a ação dos tipos de manutenção com seus resultados.

**Figura 05** - Melhoria dos resultados pelos tipos de manutenção



Como você pode verificar, há claramente um aumento dos resultados, à medida que se programam os novos tipos de manutenção. As duas mudanças de inclinação vistas no gráfico da **Figura 5** representam as quebras de paradigma. Observe o salto significativo quando se adota engenharia de manutenção.

Agora, você pode observar no **Quadro 1** os custos em dólares de HP por ano, referentes aos três tipos de manutenção.

Tipo de Manutenção	Custo USS/HP/ano
Corretiva não planejada	17 a 18
Preventiva	11 a 13
Preditiva e monitoramento de condição /Corretiva planejada	7 a 9

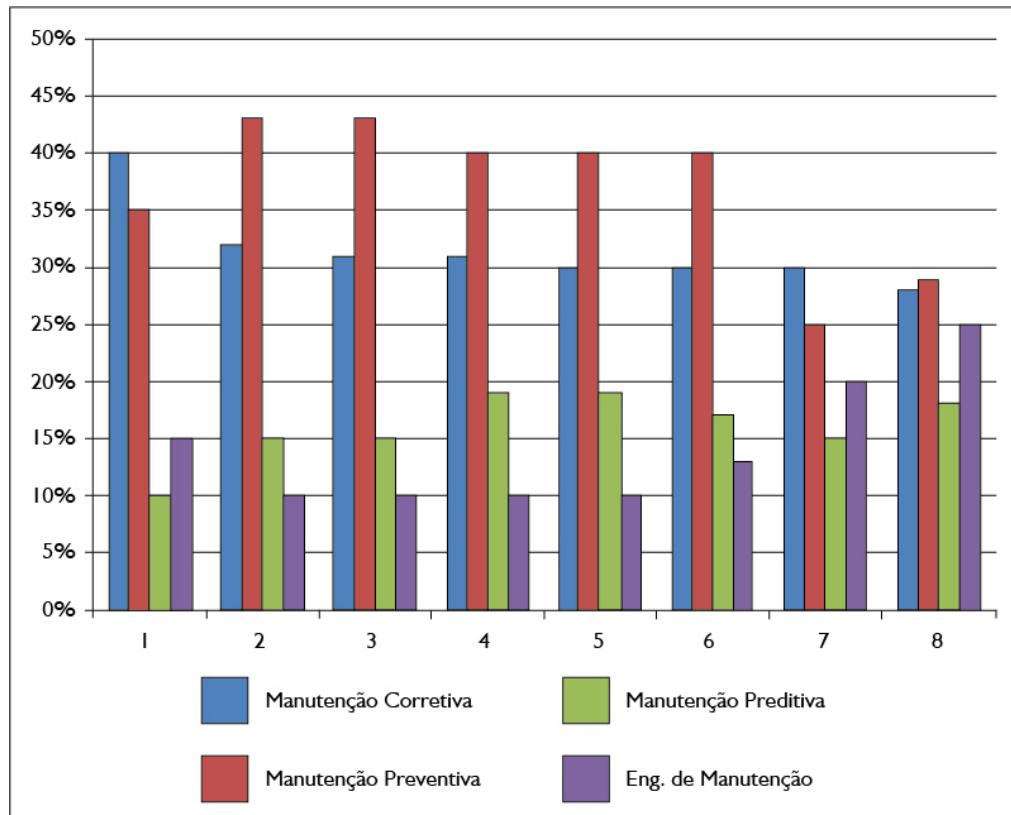
**Quadro 1 - Comparação dos custos (1998)**

**Fonte:** Kardec e Nascif (2012).

A seguir, temos um gráfico comparativo (**Figura 6**) sobre os diversos tipos de manutenção:

**Figura 06** - Evolução dos tipos de manutenção. Eixo horizontal, anos de 1990 a 1997: 1= 1990 a 8= 1997.

Eixo vertical: Percentual de recursos investidos.



**Fonte:** baseada em: <[www.dee.ufrn.br/~joao/manut](http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut)>. Acesso em: 19 out. 2012.

## Atividade 03

---

1. Pesquise na internet pelo menos três softwares dedicados à gestão de manutenção.
2. Assista à propaganda do manwinwin no site:  
[<http://www.manwinwin.com/PT/manwinwin/manwinwin.htm>](http://www.manwinwin.com/PT/manwinwin/manwinwin.htm).

# Leitura Complementar

---

Como leitura complementar, recomendamos a leitura da apostila virtual Manutenção Elétrica Industrial, disponível na seguinte página: <[www.dee.ufrn.br/~joao/manut](http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut)>. No capítulo 3 dessa apostila, você vai rever esse assunto com mais profundidade.

Recomendamos também a leitura do livro Manutenção: Função Estratégica, de Allan Kardec e Júlio Nascif.

## Resumo

---

Nesta aula, você estudou a necessidade de se dar uma maior importância às atividades de manutenção dentro das empresas. Aprendeu que a Terotecnologia integra todas as atividades o que, em última análise, traz grande economia. Estudou também vários tipos de manutenção: corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção.

## Autoavaliação

---

1. Terotecnologia é:

- a. ( ) Um novo conceito de manutenção.
- b. ( ) O estudo dos tipos de consertos de equipamentos.
- c. ( ) Uma nova programação de computadores.
- d. ( ) Um estudo dos terremotos.

2. Entende-se que a Engenharia de Manutenção:

- a. ( ) Gerencia todos os tipos de manutenção na empresa.
- b. ( ) Apareceu na primeira década do século passado, na China.

c. ( ) Foi o primeiro tipo de atividade de manutenção aplicado no Brasil.

d. ( ) Normalmente, é aplicável em pequenas empresas.

3. A produtividade de uma empresa está intimamente ligada a:

a. ( ) Os tipos de manutenção nela utilizados.

b. ( ) Quantidade de investimento em um só tipo de manutenção.

c. ( ) Qualificação do pessoal que exerce a manutenção.

d. ( ) Localização de seu setor financeiro.

4. A equipe de manutenção deve participar:

a. ( ) Desde o inicio do projeto da indústria.

b. ( ) Após o projeto pronto.

c. ( ) Quando a indústria começar a funcionar.

d. ( ) Após algum tempo de funcionamento.

5. Na manutenção corretiva:

a. ( ) Conserta-se após a falha.

b. ( ) Atua-se antes da falha.

c. ( ) Não se atua após a falha.

d. ( ) É uma manutenção programada.

6. A Manutenção preventiva:

a. ( ) É uma manutenção planejada.

b. ( ) Não reduz a quantidade de manutenções corretiva.

c. ( ) Não prolonga a vida útil dos equipamentos.

d. ( ) Reduz a produtividade da empresa.

## Referências

---

KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção:** função estratégica. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark editora, 2012.