

## **Aula 00 - Prof. Juliano de Pelegrin**

*UFC (Engenheiro - Área Engenharia  
Mecânica) Conhecimentos Específicos -  
2024 (Pós-Edital)*

Autor:

**Antonio Daud, Felipe Canella,  
Juliano de Pelegrin, Stefan Fantini**

11 de Outubro de 2024

## Sumário

Manutenção Mecânica.....	4
1 - Manutenção Corretiva.....	5
2 - Manutenção Preventiva.....	8
3 - Manutenção Preditiva .....	10
4 - Manutenção Detectiva .....	13
5 - Engenharia de Manutenção .....	15
6 - Manutenção Produtiva Total .....	17
7 - Diferente nomenclatura e classificação .....	20
8 - Estratégias e ferramentas para aumento da confiabilidade.....	22
8.1 - Comportamento da falha.....	23
8.2 - Curva da banheira .....	24
8.3 - Ferramentas para o aumento da confiabilidade.....	27
9 - Programa 5S.....	32
Questões Comentadas .....	36
Lista de Questões.....	57
Gabarito .....	67
Resumo .....	68
Tipos de manutenção.....	68
Manutenção Produtiva Total – TPM .....	68
Curva da banheira .....	69
Ferramentas para aumento da confiabilidade .....	69
Análise de Modo e Efeito de falha.....	69



Análise da Causa-Raiz de Falha – RCFA.....	69
Manutenção Centrada na Confiabilidade – MCC.....	70

## MANUTENÇÃO

### CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Caro estrategista, na aula de hoje, vamos estudar **manutenção**. Nesta aula, iremos abordar os **tópicos-chave** de cada tipo de manutenção que são necessários para a resolução de questões de provas em concursos públicos.

Iremos abordar os diversos **tipos de manutenção**, suas principais aplicações e características dentre as quais destacam-se a **manutenção corretiva, preventiva, preditiva, detectiva e engenharia de manutenção**. Além disso, iremos abordar algumas ferramentas utilizadas para a aplicação dos tipos de manutenção citados.

Esta **aula será totalmente teórica**, fugindo um pouco dos cálculos aos quais estamos acostumados em nosso curso. **Utilize esse fato a seu favor**, como uma forma de **descanso das equações e números**. Pense que, ao estudar esta aula, você irá aprender um tema relevante para o seu concurso e ganhará um gás para retornar a uma aula mais intensa, com alta incidência de fórmulas e cálculos matemáticos. :)

Aproveitando o tema, vou deixar aqui um esquema simples com **hábitos e dicas** para você fazer a **manutenção de seus estudos**, ☺ com o objetivo de que você alcance a sua aprovação!

#### Manutenção dos estudos

- Defina uma meta.
- Siga um plano de estudos.
- Crie uma rotina com horários definidos.
- Faça pausas para descanso.
- Alimente-se bem.
- Evite distrações (redes sociais, TV, ...).
- Pense o quanto você se aproximou de seu objetivo após seu dia de estudo.
- Durma bem.

Como de costume, antes de começarmos nossa aula, reforço que esta aula é escrita baseada em fontes consagradas da engenharia mecânica, portanto haverá figuras e citações retiradas de bibliografias, isto é, realizado com o objetivo de tornar o material o mais didático e claro possível.



Sem mais, lembre-se de **acessar e curtir minhas redes sociais**. Lá você poderá encontrar dicas, conteúdos e informações a respeito de seu concurso!

Vamos lá?!

Instagram - @profjulianodp

E-mail - profjulianodp@gmail.com

Telegram - <https://t.me/profjulianodp>

YouTube - Prof. Juliano de Pelegrin



## MANUTENÇÃO MECÂNICA

Prezado(a) aluno(a), vamos iniciar a nossa aula conceituando a manutenção. A palavra **manutenção** vem do latim *manus tenere*, que significa “manter o que se tem”, ou seja, podemos entender que a manutenção remete a um **conjunto de técnicas** a serem seguidas para **manter o bom funcionamento de um item**.

Segundo a norma da ABNT-NBR-5462, a **manutenção** é a **combinação de todas as ações técnicas e administrativas**, incluindo as de supervisão, **destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida**; ela ainda pode incluir uma modificação de um item.

Mas professor, o que seria um item?

Um **item**, segundo a NBR-5462, é **qualquer parte**, dispositivo, componente, subsistema, equipamento, **unidade funcional ou sistema** que possa ser considerado individualmente e este pode eventualmente incluir pessoas. Visto isso, vamos exemplificar.

Quando realizamos a **troca do óleo do nosso carro** dentro do período de tempo ou da quilometragem estipulada, estamos **realizando manutenção** em nosso automóvel. A troca do pneu furado, do farol quebrado, do escapamento estourado, enfim, todas as medidas que tomamos para manter um equipamento ou máquina em condições de funcionamento é uma atividade de manutenção.

Na indústria a manutenção é de suma importância para o sistema produtivo, pois uma **falha ou defeito em uma máquina** que ocasione a sua interrupção de produção pode **gerar prejuízos** gigantescos para uma empresa.



Qual a diferença entre falha e defeito?

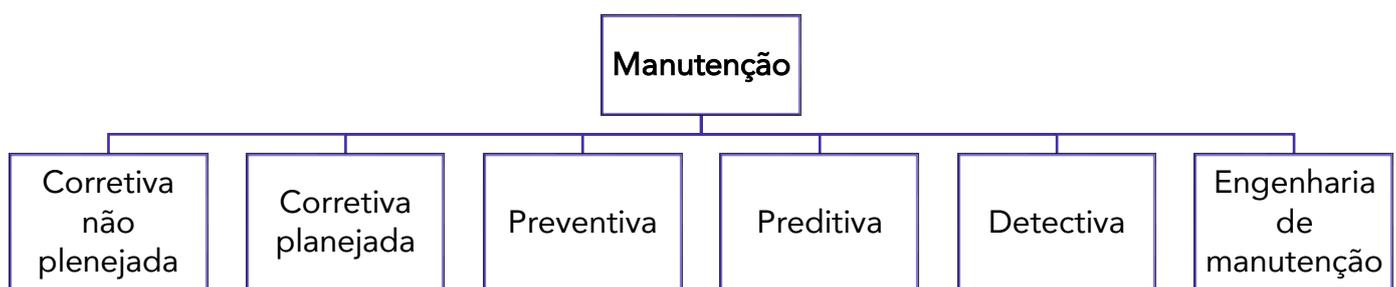
Segundo a NBR-5462, uma **falha** indica o **término da capacidade de um item desempenhar a função requerida**. Após a falha, ocorre a pane ou quebra de um item. Também, segundo a mesma norma, um **defeito** é **qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos** e este **pode ou não** afetar a capacidade de um item desempenhar sua função.



Não pense que a manutenção atua somente em máquinas em equipamentos em operação. A **manutenção** está **presente desde a concepção de um projeto**, sendo importante a sua consideração para a disposição das peças, visando facilitar a acessibilidade e o dimensionamento de componentes pensando em um possível reparo futuro.

Cabe destacar que, devido ao constante desenvolvimento tecnológico de máquinas e equipamentos, a manutenção também vem apresentando evolução, não apenas nos tipos de procedimentos de manutenção, mas também, e principalmente, na gestão da manutenção e no desenvolvimento de métodos de manutenção compatíveis com as necessidades de cada ramo industrial.

Assim basicamente temos **seis tipos de manutenção** que estudaremos em nossa aula, e elas são caracterizadas de acordo com a maneira pela qual é realizada a intervenção nos equipamentos, sistemas, máquinas ou instalações.



Além das citadas acima, existe uma **variedade muito grande de nomenclaturas para classificar a manutenção**, podendo assim gerar certa confusão na hora de a caracterizarmos. Isso implica também o leque de denominações que o examinador pode exigir em prova.

Faremos uma caracterização dos tipos de manutenção de uma forma objetiva em nossa aula, tentando enquadrar as diversas nomenclaturas dentro dos seis tipos citados acima. Iremos iniciar com o estudo da manutenção corretiva, dividida em seus dois tipos, pois ela é aquela realizada após a quebra ou parada imprevista de uma máquina ou equipamento.

## 1 - Manutenção Corretiva

A **manutenção corretiva** é um conjunto de métodos adotados com o objetivo de satisfazer a produção, o equipamento ou máquina que porventura parou de funcionar. Nesse caso a **ação é realizada imediatamente para retomar o funcionamento** o mais rápido o possível buscando meios de evitar reincidência.

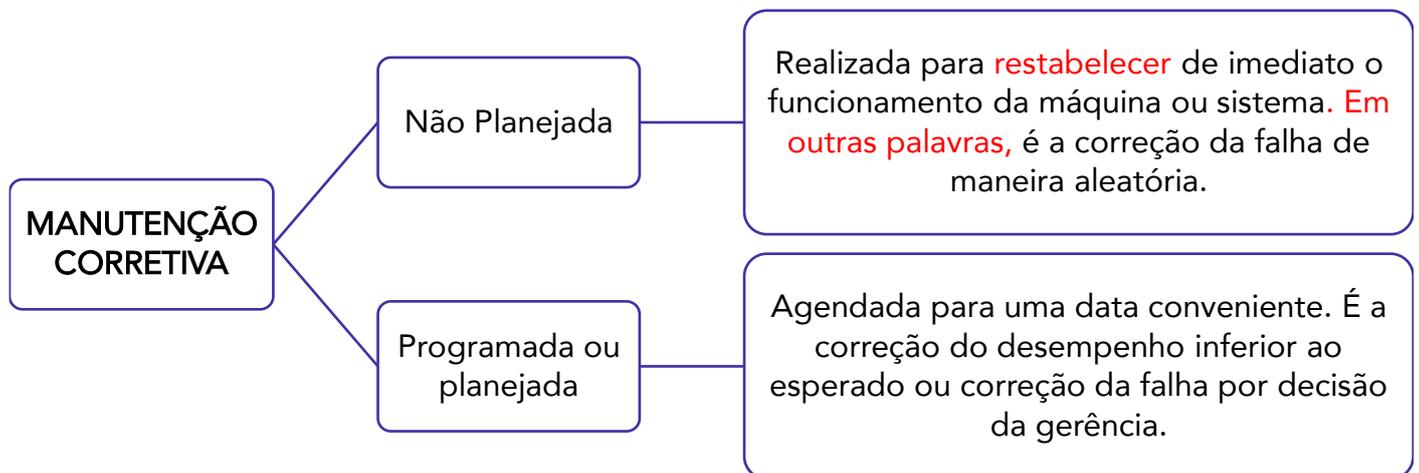
Provavelmente, você, caro(a) aluno(a), já passou ou presenciou alguma ação de manutenção corretiva, como a troca de uma lâmpada em sua casa, conserto de um pneu, reparo de um piso, etc.



**Manutenção corretiva é a atividade para a correção da falha ou do desempenho inferior ao esperado**

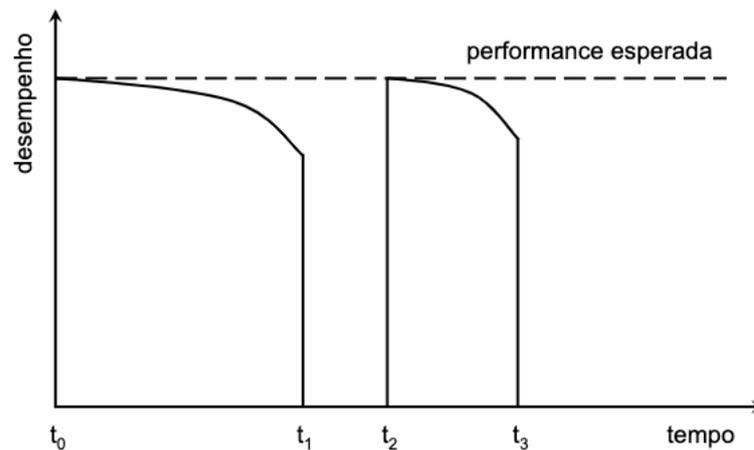
Apesar de ser o método mais simples de manutenção, que parte do princípio quebrou/consertou, a **manutenção corretiva** geralmente **demandam um certo tempo de atividade** até que o reparo seja feito, **proporcionando assim prejuízos por uma parada imprevista**, um colaborador parado, atrasos de produção, falta de tempo para aquisição de peças com preços melhores. Além disso, a pressão sobre o mecânico de manutenção por um reparo rápido é muito maior, podendo, em situações extremas, ocasionar acidentes pela pressa.

Podemos dividir a **manutenção corretiva** em dois grupos, que são: manutenção corretiva **emergencial ou reativa (não planejada)** e **programada (planejada)**, em que a primeira pode ser um indicativo da existência de possibilidades de melhorias no projeto da máquina ou das rotinas de manutenções adotadas. Vejamos os conceitos dos tipos de manutenção corretiva.



O gráfico a seguir representa a **manutenção corretiva não planejada**. Note que o **tempo até a falha não é constante**, ou seja, é aleatório.





O intervalo de tempo entre  $t_0$  e  $t_1$  indica o **período de funcionamento do equipamento**. O intervalo entre  $t_1$  e  $t_2$  indica a **parada para manutenção corretiva não planejada**, e o período entre  $t_2$  e  $t_3$  indica o **segundo tempo de funcionamento**. Note que os períodos de funcionamento do equipamento até a falha são aleatórios.

O gráfico também indica uma **queda de desempenho** do equipamento com a passagem do tempo, sendo que o formato da curva é didático, não indicando a queda de desempenho na realidade.

Em relação à **manutenção corretiva planejada**, cabe destacarmos que esta é **geralmente mais em conta e será de melhor qualidade do que a não planejada**.



## EXEMPLIFICANDO

Pense comigo: sempre que, por decisão gerencial, o equipamento é mantido em funcionamento até a quebra, essa foi uma **tomada de decisão pensada** e algum planejamento será tomado até a falha ocorrer. Vejamos a tabela abaixo, com as principais vantagens da manutenção corretiva planejada.

### Vantagens da manutenção corretiva planejada

- Adequação da necessidade de manutenção de acordo com os interesses da produção.
- Segurança - a falha não provoca situação de risco para operadores ou para instalação.
- Planejamento adequado dos serviços.
- Garantia da disponibilidade de equipamentos, ferramental e sobressalentes.
- Recursos humanos com tecnologia adequada para a execução dos serviços que podem até ser obtidos fora da organização.

Vejamos agora o conceito de manutenção preventiva, que é realizada antes da falha para impedir o problema.

## 2 - Manutenção Preventiva

Esse tipo de manutenção acontece de **maneira planejada e controlada**, sendo **realizada em ocasiões e datas planejadas**, tendo por objetivo manter a máquina em perfeitas condições de funcionamento e conservação, evitando quebras imprevistas. Normalmente as **datas de manutenção preventiva** são definidas de acordo com dados de manutenções preventivas realizadas previamente combinadas com documentações de vida útil das peças fornecidas pelo fabricante.



**Manutenção preventiva é a atuação baseada em intervalos de tempos definidos, para se evitar ou diminuir as falhas ou queda no desempenho de um item.**

Agora, vou listar para você, prezado(a) aluno(a), as **principais subdivisões da manutenção preventiva**, que são:

**Baseada no tempo corrido (calendário):** nesse caso, possui datas fixas na programação anual, independentemente do nível de utilização do sistema ou máquina a ser reparado.

**Baseada no tempo de operação (km rodados ou horas de operação):** o procedimento de manutenção ocorre em razão do nível de utilização.

**Baseada no tempo corrido e no tempo operação:** aqui, ocorre a combinação das duas divisões citadas anteriormente, sendo que nesse caso é realizada em função do prazo que vencer primeiro. Por exemplo, uma montadora recomenda a troca do óleo do carro com 10.000 km rodados ou 6 meses de uso; o prazo que vencer primeiro deve ser obedecido.

**Baseada na condição ou manutenção preditiva:** essa é uma técnica em que parâmetros como níveis de vibração, temperatura e qualidade do óleo são monitorados constantemente (online) ou periodicamente (off-line) para determinar o grau de degradação do equipamento. Esse tipo de manutenção também é chamado de "On Condition".

**Inspeções de integridade:** normalmente é baseada na inspeção visual ou com a utilização de instrumentos para avaliar a ação de intempéries sobre estruturas como pontes, vasos de pressão, tubulações, sistemas de aterramento, etc. Nesse caso, é realizada a emissão de laudo técnico por profissional habilitado dentro dos prazos estabelecidos pela legislação competente.



**Testes de funcionamento:** essas são realizadas em equipamentos de usos esporádicos como bombas de sistema de combate a incêndio. Quando esses sistemas quebram, não ocorre a percepção dessa falha, assim chamamos de falha oculta.

Como visto, a **manutenção preventiva** aparentemente demonstra um potencial muito maior do que a manutenção corretiva, pelo simples fato de essa ser **totalmente planejada**, não sendo decorrente de imprevistos. Ela procura obstinadamente evitar a ocorrência de falhas. Na aviação, por exemplo, ela é obrigatória, pois o fator de segurança não pode ser desconsiderado.

Vejam, na tabela abaixo, as **principais vantagens da manutenção preventiva** de uma forma sucinta na coluna da esquerda e detalhada na coluna da direita.

<b>VANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA</b>	
<b>Equilibrar a utilização de recursos humanos</b>	De maneira planejada, é possível criar uma rotina de trabalho e prever a quantidade de colaboradores necessários no setor de manutenção sendo evitado o excesso ou a falta de profissionais habilitados.
<b>Extinguir tempo de espera para aquisição de peças</b>	Com a manutenção preventiva, é possível a realização de uma estimativa do consumo de peças necessárias nos procedimentos de manutenção, evitando excesso de estoque ou falta de peças que demandam tempo de parada até sua aquisição.
<b>Cumprimento de prazos no sistema de produção</b>	Com o bom funcionamento das máquinas, decorrentes de uma eficiente manutenção preventiva, atrasos de produção ou esperas por quebras de máquinas são evitados.
<b>Satisfação do cliente</b>	Respeitando os prazos de entrega e com o correto funcionamento das máquinas do sistema de produção, a qualidade das peças produzidas é mantida, contribuindo para a satisfação dos clientes.
<b>Responsabilidade ambiental</b>	Nesse caso, a manutenção preventiva deve estar voltada para equipamentos antipoluição, atuando na resolução de problemas que ocasionam vazamentos de fluidos, emissão de gases, controle de desperdícios, etc.

A manutenção preventiva será mais conveniente quando houver uma maior simplicidade na reposição de sobressalentes, maiores forem os custos devido a falhas, quanto mais as falhas prejudicarem a produção e quanto maior forem as implicações das falhas em questões de segurança pessoal e operacional.



A principal desvantagem da manutenção preventiva é a **retirada do equipamento ou máquina de operação** para execução de serviço programado. Além disso, a manutenção preventiva não leva em consideração defeitos como:

- Falha humana;
- Falha de sobressalentes;
- Contaminações em sistemas de óleos;
- Danos devido a partida e parada;
- Falhas de procedimentos de manutenção.

Vamos agora ao estudo da manutenção preditiva.

### 3 - Manutenção Preditiva

Caro estrategista, quando ouvir o termo **manutenção preditiva**, pense em uma definição popular que os mecânicos dão a esta como o ato de **"ouvir a máquina"**. Pense comigo: quando você **"ouve a máquina"**, irregularidades apresentadas podem ser detectadas indicando desgaste ou necessidade de regulagem.

Tecnicamente falando, a **manutenção preditiva** é aquela na qual **inspeções periódicas**, para análise de temperatura, vibração, ruído excessivo etc. são observados **através de instrumentos específicos**. Com essa análise, é possível conhecer as reais condições de operação do equipamento e acompanhar a evolução de um defeito.

Com o conhecimento das condições do equipamento, pode-se planejar, em um curto prazo, uma intervenção de manutenção para reparo ou substituição de peças com defeito. Além disso, a manutenção preditiva também nos permite estimar a vida útil de um sistema, peça ou equipamento.



**Manutenção preditiva é aquela fundamentada em um acompanhamento sistemático, que atua com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho de um item.**

Vejamos os principais objetivos da manutenção preditiva.



### Objetivos da manutenção preditiva:

- analisar o equipamento sem a necessidade de desmontagens;
- determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção, aproveitando ao máximo a vida útil de componentes;
- aumentar a disponibilidade do equipamento, com acompanhamento da evolução do defeito;
- reduzir custos e aumentar a qualidade dos produtos da empresa;
- impedir que a falha de um componente comprometa outras peças ou partes de uma máquina;
- evitar emergências e transtornos ocasionados por falhas imprevistas.

Através da análise, por meio de instrumentos apropriados, de fenômenos como a vibração excessiva e evolução da vibração, temperatura elevada, ruído em excesso e falta de precisão das peças produzidas, é possível estabelecer **dois procedimentos para atacar os problemas detectados**, que são o **estabelecimento de um diagnóstico** e uma **análise de tendências**.

Professor, entendi o conceito de manutenção preditiva, mas ainda não sei quando é que devemos realizar a intervenção de manutenção.

Vamos lá, podemos dizer que a **manutenção preditiva** está ligada ao **gerenciamento da manutenção**, pois de fato é possível afirmar que a manutenção preditiva não é realizada para consertar um equipamento, mas sim para indicar o momento do reparo que virá a ser feito em uma parada para manutenção corretiva planejada.



Uma vez que, durante uma inspeção, manutenção preditiva ou preventiva for **constatado uma falha por degradação** (rompimento de um cabo, rolamento com elevado grau de vibração, etc.), o serviço que será executado para se corrigir essa falha de maior gravidade deve ser enquadrado como uma **manutenção corretiva planejada!**

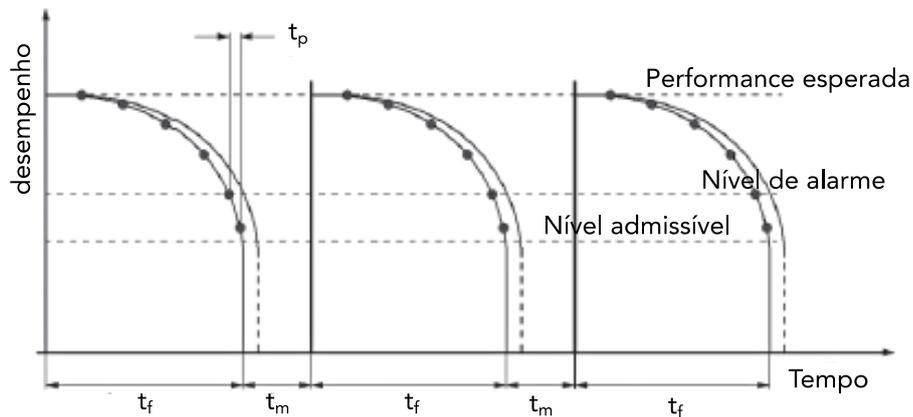
As principais **vantagens da manutenção preditiva** são:

- maior aproveitamento da vida útil da máquina ou equipamento;
- planejamento e controle da compra de peças para reposição;
- planejamento dos reparos, possibilitando redução de custos;
- aumento da produtividade, pois é possível otimizar a eficiência das máquinas;
- maior segurança no trabalho;



- maior qualidade e credibilidade dos produtos e serviços ofertados pela empresa.

Vejamos o gráfico abaixo que representa a manutenção preditiva.



No qual, o intervalo de tempo  $t_f$  representa o **tempo de funcionamento**;  $t_m$  é o **tempo de parada para manutenção** e  $t_p$  é o **tempo de planejamento** para a intervenção de correção do problema. Note que o tempo para a manutenção pode ser prolongado até se atingir o nível admissível para realização da manutenção.

Para finalizarmos, no que diz respeito à produção, a **manutenção preditiva** apresenta os **melhores resultados se comparada com as demais**, pois ela realiza o mínimo de intervenções possível. Contudo, os custos envolvidos na manutenção preditiva devem ser analisados conforme a mão de obra especializada e tecnologia de equipamentos para monitoramento envolvida.



(VUNESP/UFABC-2019) Há diversos tipos de manutenção, entre eles a Corretiva, a Preventiva e a Preditiva, cada uma com suas características e aplicações principais. Analisando os aspectos de: 1) restabelecer o funcionamento normal, analisar e procurar modos de evitar a reincidência; 2) disponibilizar ao máximo as máquinas e equipamentos, sem improvisações, e executar rotinas que evitem paradas imprevistas; 3) prever o provável momento da falha, antecipando intervenção antes da ocorrência, graças à coleta de sinais sem interrupção do funcionamento.

É correto dizer que, 1, 2 e 3, respectivamente, referem-se às manutenções denominadas:

- a) Corretiva, Preventiva e Preditiva.
- b) Preventiva, Corretiva, e Preditiva.
- c) Preditiva, Corretiva, Preventiva.
- d) Corretiva, Preditiva e Preventiva.

e) Preditiva, Preventiva e Corretiva.

#### Comentário:

Vamos analisar cada um dos itens para resolvermos esta questão.

O item 1 nos apresenta características da manutenção corretiva, uma vez que esse tipo de manutenção visa o conserto emergencial ou programado de uma máquina ou equipamento que falhou. Esse reparo é realizado buscando meios para se evitar falhas recorrentes.

O item 2 apresenta características da manutenção preventiva, pois esse tipo de manutenção é efetuado de modo a prever possíveis falhas imprevistas, a fim de se evitar a necessidade de improvisações e reparos inesperados, visando assim a máxima utilização da máquina e equipamento antes do procedimento de manutenção.

Por fim o item 3 nos traz características da manutenção preditiva. CUIDADO: a banca utilizou a palavra **prever**, induzindo o aluno ao erro devido à semelhança com a manutenção PREVENTiva. Lembre-se de que, ao falar de coleta de dados sem interrupção do funcionamento, estamos tratando de manutenção preditiva.

Logo, a **alternativa A** está CORRETA e é o gabarito da questão.

Passaremos agora para o estudo da manutenção detectiva.

## 4 - Manutenção Detectiva

Continuando com os estudos dos tipos de manutenção, vamos agora abordar aquela que é realizada como uma **forma de investigação** em máquinas ou equipamentos com o intuito de encontrar falhas que não são percebidas pelas equipes de operação e manutenção, denominada de **manutenção detectiva ou proativa**.

A **manutenção detectiva**, que também pode ser chamada de teste para detecção de falhas, é muito **importante para a garantia da confiabilidade** das máquinas e equipamentos, gerando uma manutenção corretiva planejada após a detecção de uma falha ou quebra. Logo, a manutenção detectiva coopera para uma boa operação e viabilidade de longo prazo para os equipamentos.



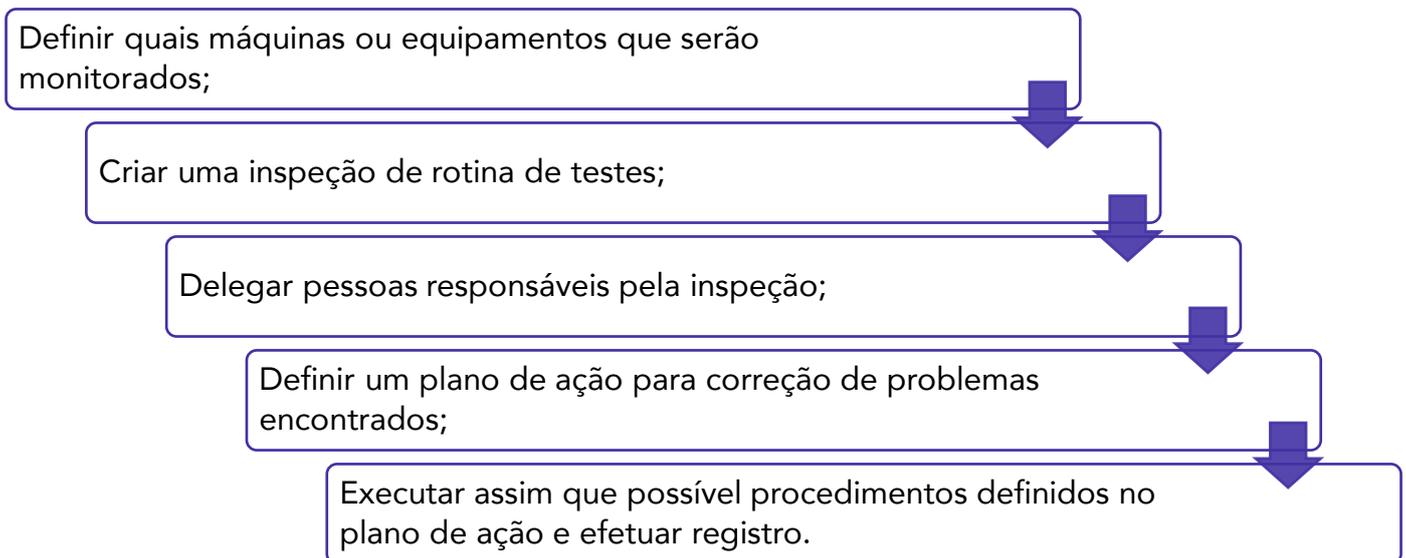
Manutenção detectiva é aquela realização em sistemas de proteção, comando ou controle, procurando falhas ocultas ou não perceptíveis aos operadores ou pessoal da manutenção.

Alguns **exemplos de manutenção detectiva** são:



- inspeção veicular anual;
- testes de detectores de fumaça e fogo;
- testes com válvulas de segurança;
- teste de emergência em vasos de pressão;
- testes de relés de proteção em equipamentos elétricos;
- inspeção em sistemas de incêndio.

Por fim, para uma correta gestão da manutenção detectiva, algumas atitudes devem ser tomadas que são:



Prezado estrategista, a **manutenção detectiva** é primordial para **garantir a confiabilidade**, pois esta é feita para eliminar falhas ocultas. Assim, se a confiabilidade de um sistema não for alta, haverá um problema de disponibilidade associado a este, resultando em excessivo número de paradas, não cumprimento de atividade programada, entre outros.

Para finalizarmos, cabe destacar que a **manutenção detectiva normalmente é realizada em sistemas automatizados**, em que as atividades da máquina são realizadas por meio de comandos de sistema. Logo, quanto mais automatizado um sistema for, maior a necessidade de uma manutenção detectiva. Esse na verdade é o grande diferencial desse tipo de manutenção perante as outras.



A manutenção detectiva é destinada para sistemas automatizados!

Passaremos agora ao estudo do último tipo de manutenção, que é a **engenharia de manutenção**. Essa prática representa uma **mudança cultural**. Vamos lá?!

## 5 - Engenharia de Manutenção

Meu caro aluno e minha cara aluna, **engenharia de manutenção** é aquela voltada à **busca constante pelas melhores práticas de gestão da manutenção na indústria** para se alcançar o desempenho superior. Ela visa a aplicação de técnicas modernas, nivelando-se com a manutenção de “primeiro mundo”.

Podemos dizer que a **engenharia de manutenção** é o suporte técnico da manutenção que se dedica a **consolidar a rotina e implantar melhorias**. As principais atribuições da engenharia de manutenção são:

- aumentar a confiabilidade e a disponibilidade;
- aumentar a segurança;
- melhorar a manutenibilidade<sup>1</sup> e a capacitação do pessoal;
- eliminar problemas crônicos e solucionar problemas tecnológicos;
- gerir materiais e sobressalentes;
- participar de novos projetos e dar suporte à execução;
- realizar análise de falhas e estudos;
- elaborar planos de manutenção e de inspeção;
- acompanhar indicadores e zelar pela documentação técnica.

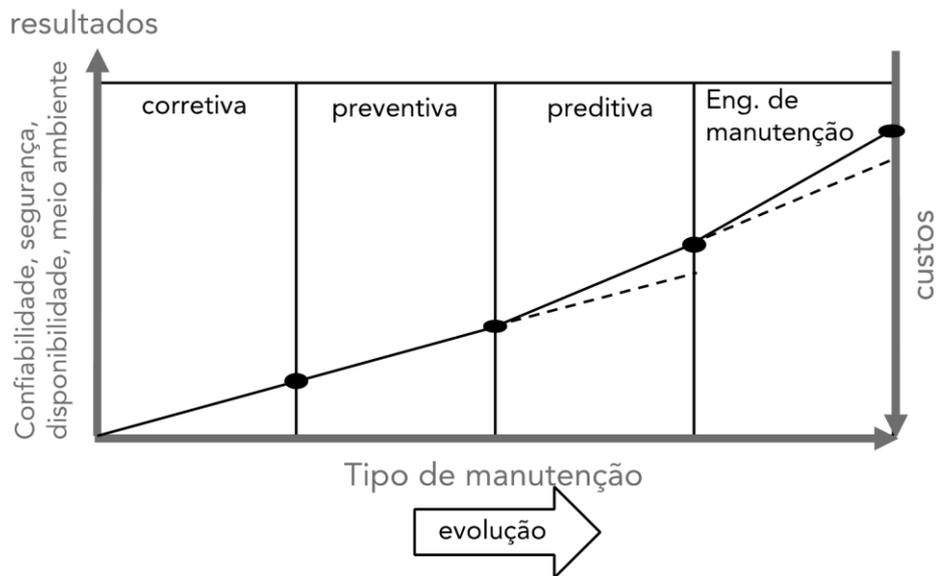
A melhoria dos resultados indica que melhores técnicas de manutenção vêm sendo utilizadas. O gráfico abaixo apresenta a evolução da manutenção, no qual podemos notar uma evolução contínua, mas discreta, entre a manutenção corretiva e preventiva, não havendo variação da inclinação da reta.

Na passagem da manutenção preventiva para a manutenção preditiva, ocorre um salto positivo nos resultados, chamado de quebra do 1º paradigma e, por fim, quando se adota a engenharia de manutenção ocorre o salto mais significativo.

---

<sup>1</sup> Segundo a NBR-5462 **manutenibilidade** é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.





Caro estrategista, sei que o conceito de engenharia de manutenção pode ainda estar confuso em sua mente. Vamos exemplificá-lo.



## EXEMPLIFICANDO

Pense que em uma indústria há um conjunto com diversos redutores em uma determinada máquina e a manutenção preventiva é adotada.

Um redutor possui poucos componentes, contudo, a vida útil de cada um destes é diferente. Por exemplo, um retentor possui uma vida útil diferente de um rolamento, que possui vida útil diferente das engrenagens. Assim, tudo indica que ocorrerão, nesse caso, mais intervenções do que o necessário com trocas de componentes na metade de sua vida útil. Assim, é necessário levantar as vantagens e desvantagens da adoção da manutenção preventiva nesse caso.

Passando-se a adotar a manutenção preditiva nesse conjunto de redutores, será possível alcançar melhoras significativas. O número de procedimentos cairia em grande escala, assim como o consumo de sobressalentes e mão de obra dedicada às intervenções, uma vez que a manutenção preditiva permite alcançar a máxima disponibilidade de um equipamento.

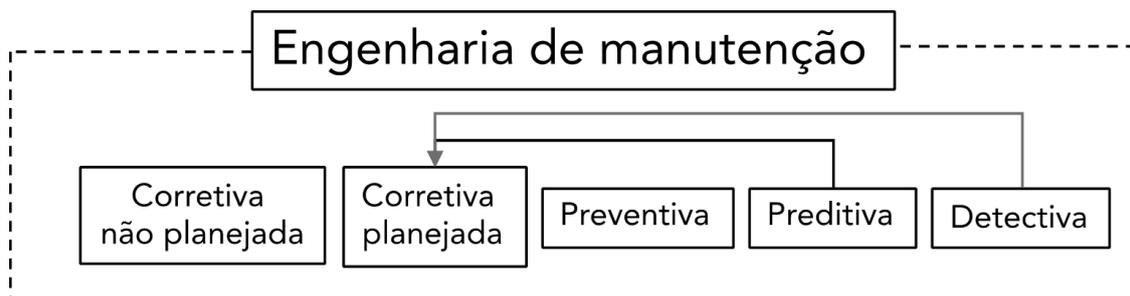
Com a correta manutenção preditiva e a utilização de um sistema de acompanhamento preditivo, será possível obter todos os dados pertinentes ao acompanhamento, incluindo amostras instantâneas, curvas de tendência entre outros parâmetros. Logo, esse sistema permitirá a realização de intervenção em qualquer redutor anteriormente a falha.

Assim, a partir do momento em que a manutenção dessa empresa estiver utilizando todos os dados obtidos pelo sistema para realização de análises, estudos e sugestões de melhorias, a engenharia de manutenção estará sendo praticada.



A engenharia de manutenção utiliza dados obtidos pela manutenção para buscar melhorias sempre!

Assim, temos que a **engenharia de manutenção engloba todos os tipos de manutenção** estudados até aqui. Vejamos o esquema.



Encerramos assim o estudo da engenharia de manutenção. Vamos passar agora ao estudo de uma política de manutenção denominada **manutenção produtiva total ou TPM**. Essa leva a manutenção em seu nome, mas pode ser considerada uma **ferramenta para aplicação** dos seis tipos de manutenção estudados até aqui.

## 6 - Manutenção Produtiva Total

A **manutenção produtiva total** surgiu com a **capacitação dos operadores** das máquinas para participarem ativamente de procedimentos de manutenção, assim há um maior aproveitamento da mão de obra.

Basicamente esse tipo de manutenção é baseado na combinação de características da manutenção preventiva e da manutenção preditiva aliado ao treinamento dos operadores para que estes possam ajudar no monitoramento da máquina (preditiva) e também possíveis reparos, como, por exemplo, a troca de um filtro de óleo (preventiva).

A **TPM possui oito pilares bases** para a implementação de um programa de manutenção desse gênero com o objetivo de alcançar uma maior eficiência produtiva. Vejamos quais são esses pilares e posteriormente uma descrição de cada um deles.



## Pilares da TPM

- Melhoria focada
- Manutenção autônoma
- Manutenção planejada
- Educação e treinamento
- Controle inicial
- Manutenção da qualidade
- TPM office
- Segurança ou SHE

**Melhoria focada:** baseada no foco da melhoria global do negócio, reduzindo problemas para melhorar o desempenho.

**Manutenção autônoma:** controle, liberação da ação, elaboração e cumprimento de padrões, autogerenciamento e controle a partir da conscientização da filosofia TPM.

**Manutenção planejada:** ter o total planejamento e controle da manutenção através de treinamento e técnicas de planejamento (*software*), planejamento da programação diária e de intervenções.

**Educação e treinamento:** constante aumento da capacitação intelectual, técnica, comportamental e gerencial do corpo de manutenção e operação.

**Controle inicial:** busca eliminar falhas na implementação de novos projetos e equipamentos através do da utilização de um sistema de gerenciamento da fase inicial.

**Manutenção da qualidade:** busca pelo padrão zero defeito.

**TPM office:** utilização das técnicas TPM no setor administrativo visando aumento de eficiência.

**Segurança ou SHE:** criação de um sistema de saúde, segurança e meio ambiente.

Continuando, temos que os **principais objetivos da TPM** são a **melhoria da organização estrutural da empresa** englobando máquinas, equipamentos, ferramentas, produtos, etc. e a **melhoria em termos da capacitação pessoal dos colaboradores**.

Podemos dizer que a TPM vai além (isso mesmo!), pois ela é uma filosofia gerencial atuando na organização e no comportamento das pessoas mediante problemas, não somente de manutenção, mas também a cadeia produtiva da empresa. Assim, a **TPM busca a melhoria das pessoas, dos equipamentos e da qualidade total, visando maior produtividade**.



Para elevar a produtividade a **manutenção produtiva total busca extinguir 6 perdas** sofridas no processo que são: **quebras, ajustes, tempo ocioso, baixa velocidade, qualidade insuficiente, perdas com start-up**. Vejamos detalhadamente cada uma dessas perdas.

**I - Quebras:** nesse caso, uma certa quantidade de produtos deixa de ser produzido devido à quebra do equipamento, podendo ser evitada a falha via manutenção preventiva.

**II – Ajustes ou mudança de linha:** normalmente durante a mudança de produção perde-se tempo com ajustes da máquina para a produção de um novo produto, trocas rápidas são ideias para evitar esse tipo de perda.

**III - Tempo ocioso:** pequenas paradas são necessárias muitas vezes para determinados ajustes, isso deve ser evitado.

**IV - Baixa velocidade:** quando não é realizada uma manutenção preventiva adequada, a máquina ou equipamento perde volume de produção devido a sua redução de velocidade de produção.

**V - Qualidade insuficiente ou defeitos de produção:** uma vez que existe algum problema durante a operação pode existir a perda do produto devido a problemas com a qualidade deste, gerando perdas.

**VI - Perdas por queda de rendimento:** problemas identificados nos insumos de produção, ou antes do início da produção impedem que a máquina entre em regime de operação e podem acarretar perdas ou redução da qualidade do produto. São perdas acarretadas devido ao não aproveitamento da capacidade nominal das máquinas ou equipamentos.

Assim, caro estrategista, as perdas I e II definem o índice de disponibilidade do equipamento, as perdas III e IV indicam o índice de eficiência do equipamento e as perdas V e VI apresenta o índice de qualidade do equipamento.

Vamos agora abordar outro conceito importante da TPM que é o da quebra zero uma vez que a quebra é o principal fator para diminuição do rendimento de um equipamento.

**Mas professor, 'quebra zero' quer dizer que a máquina nunca poderá falhar?**

Não, é importante que você saiba que, nesse caso, 'quebra zero' quer dizer que a máquina não poderá parar de operar no intervalo de tempo em que essa foi programada para operar, ou seja, é diferente de a máquina nunca poder parar.



(CEPS UFPA/UFPA-2018) A Manutenção Produtiva Total (TPM) consiste em um procedimento de administração da manutenção que teve início por volta dos anos 50 e apresentou resultados expressivos na economia japonesa na década de 70. Um dos pilares do TPM, descrito por um de seus pioneiros (Seiichi Nakajima), é

- a) treinamento permanente para melhora do desempenho.
- b) não envolvimento dos Operadores nas tarefas diárias da Manutenção.
- c) um único nível hierárquico da empresa deve atuar no processo, denominado nível principal.
- d) deve existir uma participação individual do Jurídico, Produção e Manutenção.
- e) fortalecimento da corretiva.

#### Comentário:

Os pilares da manutenção produtiva total são: melhoria focada, manutenção autônoma, manutenção planejada, educação e treinamento, controle inicial, manutenção da qualidade, TPM office, segurança ou SHE. Vamos analisar cada uma das alternativas.

A **alternativa A** está correta e é o gabarito da questão, pois a TPM busca a constante capacitação intelectual através da educação e treinamento de operadores e colaboradores, sendo esse um dos pilares da TPM.

A **alternativa B** está incorreta, uma vez que a TPM busca cada vez mais o envolvimento dos operadores nas tarefas de manutenção as quais estes possam desempenhar.

A **alternativa C** está incorreta. Na manutenção produtiva total baseia-se na interligação de cada nível hierárquico da empresa por um representante de cada nível. Por exemplo um líder dos operadores participa do comitê de supervisores, que possui um líder que participa do comitê de gerentes. Isto é realizado para disseminar rapidamente as políticas e objetivos da alta gerência para toda a organização.

A **alternativa D** está incorreta. A TPM busca envolver todos os departamentos desde a alta gerência até os empregados de chão de fábrica.

A **alternativa E** está incorreta, uma vez que a TPM não visa especificamente o fortalecimento da manutenção corretiva.

Vejamos agora, outras denominações e classificação dos tipos de manutenção

## 7 - Diferente nomenclatura e classificação

Caro aluno (a), o estudo da **manutenção mecânica** envolve **muitos conceitos e tópicos**. Conforme o autor, a nomenclatura e a classificação dos tipos de manutenções podem ser diferentes. Com isso, de acordo com o examinador questões muito parecidas podem vir a ser cobradas com nomenclaturas que você não está habituado e causar certas inseguranças durante a sua prova.



Vejam os a tabela abaixo com uma classificação baseada em 6 tipos de manutenção.

MANUTENÇÃO			
	Planejada		Não Planejada
Manutenção Preventiva: - Baseada no tempo - Baseada nas condições	Manutenção de Parada	Manutenção Corretiva	Manutenção de quebra

Note que nessa classificação, as manutenções são diferenciadas pela natureza de suas atividades que podem vir a ser planejada ou não planejada.

Na manutenção não planejada temos a **manutenção de quebra**, que é **realizada após a falha do equipamento**, ou seja, ele opera até a quebra, para então consertá-lo. Podemos relacioná-la com a manutenção corretiva emergencial. Esse tipo de manutenção pode ser utilizado em máquinas ou equipamento em que a falha não afete a produção, operação ou gere perdas financeiras.

Dentro da manutenção planejada temos a manutenção preventiva, de parada e corretiva. A manutenção preventiva está subdividida em baseada no tempo e baseada nas condições. Vejam os conceito de cada uma delas:

**Manutenção preventiva baseada no tempo:** esse tipo de manutenção é aquela realizada através de inspeções visuais, lubrificação, limpeza e substituição de componentes conforme o decorrer do tempo, com o objetivo de prevenir falhas inesperadas. Normalmente esse tipo de manutenção não exige mão de obra especializada podendo ser realizada pelos próprios operadores.

**Manutenção preventiva baseada nas condições:** esse tipo de manutenção utiliza a manutenção preditiva como ferramenta. Essa consiste na coleta de informações, através de instrumentos, que possam fornecer possíveis variações de temperatura, vibração, na composição química de lubrificantes que indiquem possíveis falhas. Com esse monitoramento procedimentos de manutenção podem ser programados antes que ocorra a quebra do equipamento.

Continuando, a **manutenção de parada** também chamada de manutenção de melhoria ou prevenção de manutenção é realizada através de paradas para reparos com o objetivo de fazer com que o equipamento retome o estado de novo. Ela é realizada para assegurar que a máquina ou equipamento garanta um bom desempenho por um longo período de tempo.

Por fim, a **manutenção corretiva planejada**, como já citamos anteriormente em nossa aula, é realizada através de procedimentos destinados ao conserto de um equipamento após o relato



de apresentação de defeito ou falha que não impeça totalmente o funcionamento desta. Assim, é realizado um planejamento prévio antes da efetuação do reparo.

Caro aluno(a), prosseguindo com nosso estudo da manutenção, vamos agora abordar alguns **métodos e ferramentas para aumento da confiabilidade**, dentro desta seção veremos um tema muito importante na área da manutenção voltada para concursos públicos que é o estudo do **comportamento das falhas**, desde a sua identificação até a quebra. Bora lá?!

## 8 - Estratégias e ferramentas para aumento da confiabilidade

Começaremos esta seção conceituando alguns termos que fazem parte do cotidiano da manutenção que são: confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade. Vejamos:

**Confiabilidade:** proveniente do inglês *reability*, indica a **capacidade que um item possui para desempenhar uma função requerida** sujeito a condições específicas durante um intervalo de tempo. Também segundo a NBR-5462 o termo confiabilidade é usado como uma medida de desempenho de confiabilidade.

**Manutenibilidade:** De acordo com a NBR-5462, é a **capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas**, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.

Em outras palavras a manutenibilidade (ou mantenabilidade) é a característica que um item possui que permite um maior ou menor grau de facilidade na execução dos serviços de manutenção. Vejamos agora o conceito de disponibilidade.

**Disponibilidade:** oriunda do inglês *availability*, segundo a NBR-5462 é a **capacidade de um item estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado**, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

**Terotecnologia:** objetiva o controle dos custos do ciclo de vida de ativos para facilitar os processos de manutenção, o que requer a participação de um especialista em manutenção desde a concepção até o comissionamento e início de funcionamento dos ativos.

Em outras palavras se preocupa com a confiabilidade e a durabilidade dos recursos físicos e leva em conta os processos de instalação, comissionamento, operação, manutenção, modificação e substituição das peças dentro de um ciclo de vida de custeio que considera a depreciação dos ativos e os valores de outros impostos relacionados.



**Comissionamento:** o termo comissionamento é definido pelo **conjunto de técnicas e procedimentos de engenharia aplicados de forma integrada a uma unidade (ou planta) industrial**, com vistas a torná-la operacional, dentro dos requisitos estabelecidos pelo cliente final.

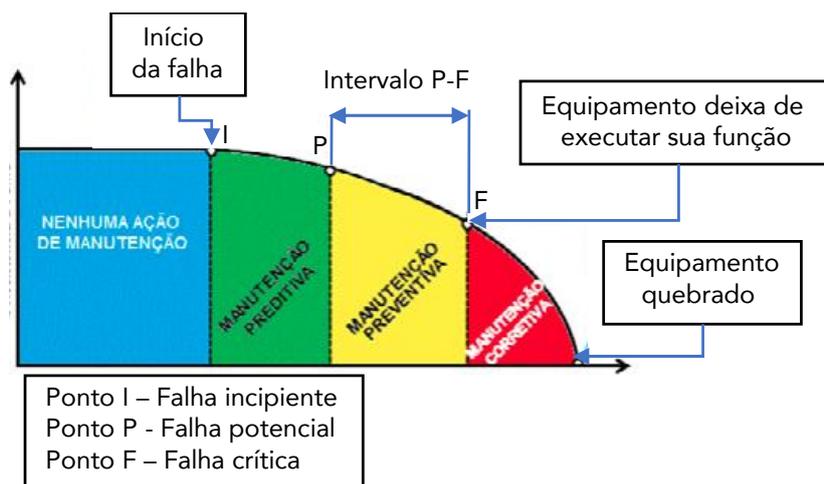
Dessa forma, o comissionamento visa verificar, inspecionar e testar cada componente físico do empreendimento, desde os individuais, como peças, instrumentos e equipamentos, até os mais complexos, como módulos, subsistemas e sistemas, a fim de torná-los operacionais de acordo com as necessidades e requisitos operacionais do proprietário e cliente final.

Conhecidos estes conceitos vamos ao estudo do comportamento das falhas.

## 8.1 - Comportamento da falha

No universo da engenharia temos uma constante busca por ferramentas que propiciem uma manutenção efetiva. Através da **análise da taxa de falhas** no passar do tempo podemos **entender o comportamento** característico de um equipamento ou máquina e assim obter uma melhor gestão da manutenção que irá propiciar uma maior disponibilidade de máquinas e equipamentos.

Uma parte do estudo da falha consiste na **curva P-F**, a qual apresenta o **processo de desgaste de uma máquina ou componente**, sendo está utilizada para retratar situações em que a falha é dependente do tempo de uso do equipamento. Vejamos a imagem abaixo.



No gráfico acima, o ponto I (**falha incipiente**) é o ponto em que ocorre o **início da falha**, o ponto P (**falha potencial**) indica o momento em que a **falha se tornou identificável** e o ponto F (**falha crítica**) demonstra o ponto em que devido ao desgaste, o **equipamento deixa de executar corretamente sua função**.

Cabe destacar que do ponto I ao ponto P já é possível se detectar a degradação do equipamento através de técnicas de manutenção preditiva, indicando quais componentes possuem maior probabilidade a falhar em breve. Com isso, é possível a organização de recursos e a definição de uma data para realização de uma manutenção corretiva programada.



Do ponto de falha potencial ao ponto de falha crítica existe uma grande chance de o equipamento apresentar uma perda de sua função requerida. Nesse caso, são realizados estudos de manutenção centrada na confiabilidade para se determinar as rotinas de manutenção preventiva que podem vir a ser por tempo corrido ou horas de operação.

A partir do ponto F (falha crítica), o equipamento não exerce mais sua função requerida, logo uma manutenção corretiva é necessária.

Professor, quer dizer então que a curva a partir do ponto F indica que o equipamento quebrou, certo?

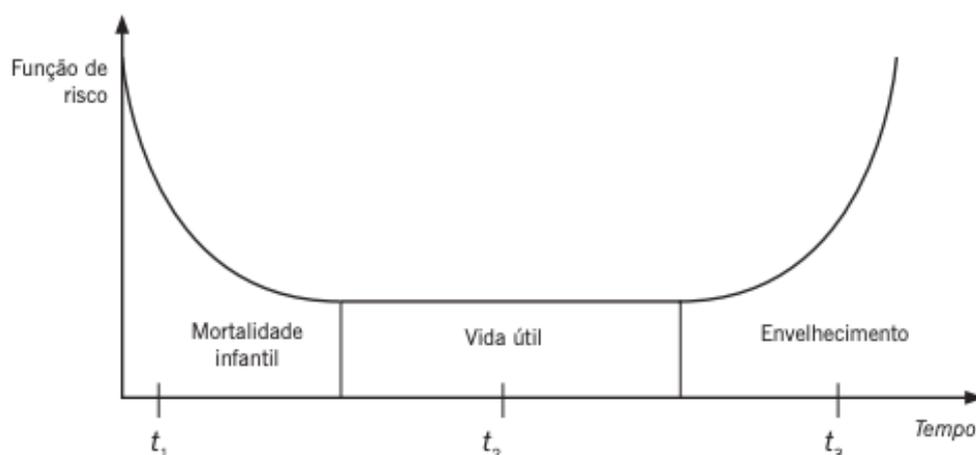
Errado! O equipamento, não está necessariamente quebrado ou inoperante após a passagem pelo ponto F. Nesse caso se o equipamento for considerado como crítico, provavelmente haverá uma manutenção corretiva emergencial, caso contrário poderá ser realizada uma manutenção corretiva programada.



Por exemplo, ao atingir o ponto de falha crítica o equipamento pode ter perdido algum componente de segurança, a precisão de ajuste ou um vazamento que não impeça sua operação. Logo, nestes casos poderá se organizar uma manutenção corretiva programada de acordo com a urgência da necessidade.

## 8.2 - Curva da banheira

Prezado(a) aluno(a), pense no formato de uma banheira comum desenhada em um plano, provavelmente você lembrará de algo parecido com um U, certo? Pois bem, a **curva da banheira** ganha esse nome por lembrar do formato desse aparato de banho e ela é utilizada para representar a **taxa de falha ao longo do tempo**. Vejamos a representação gráfica abaixo.



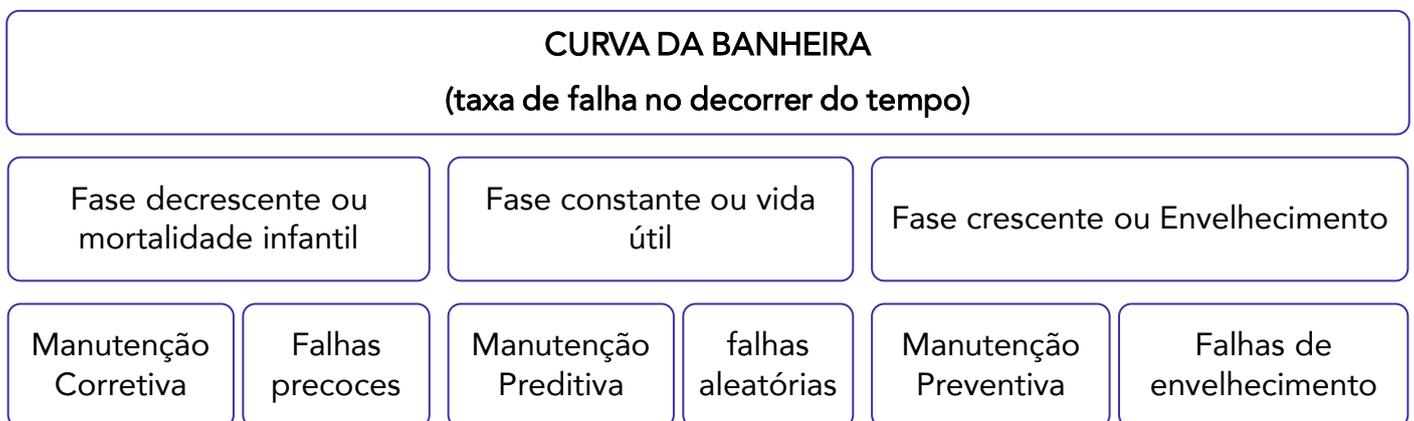
Note que o formato da curva da função de risco ou taxa de falha em relação ao tempo possui **três comportamentos**. Na primeira parte, apresenta uma **taxa decrescente de falhas**; na segunda parte, uma **taxa constante de falhas**; e em sua terceira etapa, apresenta uma **taxa de falhas crescente**. Você deve estar se perguntando o que isso significa. Vamos à explicação de cada uma dessas etapas!

Quando ocorrem deficiências no processo de fabricação, instalação, montagem incorreta ou no procedimento de partida de um equipamento ou máquina, **falhas precoces** acabam ocorrendo. Essas falhas, induzidas por circunstâncias externas, são representadas com uma taxa decrescente e são conhecidas como **falhas prematuras ou mortalidade infantil**. Nessa etapa, testes operacionais e manutenções corretivas são as mais indicadas.

Na segunda parte de nosso gráfico, o comportamento da curva é constante e é também chamada de **vida útil ou falhas aleatórias**. Os **defeitos**, nessa etapa, **geralmente são decorrentes de erros de manutenção, erros humanos ou imprecisões em análise de falhas**. Nesse caso, a manutenção preditiva e as inspeções são mais eficazes.

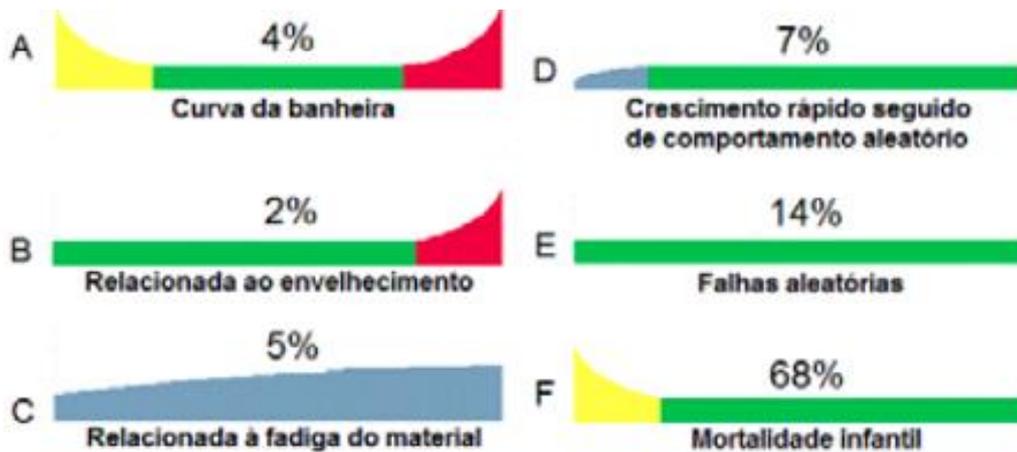
A terceira e última fase da curva da banheira apresenta uma taxa de falhas crescente, chamadas de **falhas de envelhecimento**. Aqui as **falhas são normalmente causadas por corrosão sob tensão, erosão e fatos relativos as propriedades dos materiais**. Nesse caso, manutenção preventiva, reformas e modernizações são mais eficazes, contudo, é importante avaliar se economicamente são viáveis.

E aí, captou a ideia da curva da banheira? Sim ou não? Vejamos o esquema resumido abaixo para uma melhor compreensão.



A curva da banheira é um dos padrões de comportamento de falhas em função do tempo além dela existem outros cinco padrões diferentes. Vejamos a imagem com esses seis padrões e a frequência (percentual) com que estas ocorrem em diferentes classes de equipamentos.





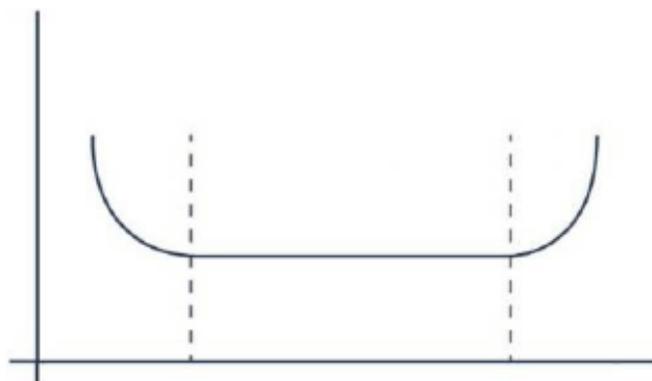
As curvas A, B e C indicam falhas que ocorrem relacionadas ao envelhecimento de materiais que sofrem desgaste de acordo com o passar do tempo e a criticidade. Estes podem ser acompanhados de manutenção preditiva e/ou preventiva.

Os padrões D, E e F demonstram falhas aleatórias que ocorrem independentemente do tempo de utilização do equipamento logo este pode falhar 1 minuto após instalado, 2 anos ou nunca durante a sua vida útil. Nessas situações, a manutenção mais comum é realizada via testes de funcionamento ou inspeções periódicas.

Se somarmos o percentual de falhas aleatórias e por envelhecimento, notamos que mais de 80% são aleatórias. Além disso, equipamento e componentes mecânicos tendem a se comportar conforme o padrão A, por isso a importância do conhecimento da curva da banheira.



(FGV/ALERO-2018) A figura a seguir ilustra um gráfico conhecido como "curva da banheira".



Em relação à manutenção de um componente, esta curva indica o seu comportamento característico quanto

a) à eficiência operacional no decorrer do tempo.

- b) à capacidade funcional durante um processo de reparo.
- c) ao custo de reparo em função do tempo em operação.
- d) à taxa de falhas no decorrer do tempo.
- e) à gravidade das falhas em função do stress ao qual é exposto.

#### Comentário:

Esta é uma questão simples, em que se conhecendo a curva da banheira a resposta se torna direta uma vez que ela ganha esse nome por lembrar do formato do perfil de uma banheira e é utilizada para representar a taxa de falha ao longo do tempo. Logo, a **alternativa D** está CORRETA e é o gabarito da questão.

Lembre-se a **curva da banheira é composta por 3 partes**, que são: **mortalidade infantil, vida útil e envelhecimento**.

Para se calcular a taxa de falhas de um equipamento, a seguinte equação pode ser utilizada:

$$\lambda = \frac{\text{número de falhas}}{\text{número de horas de operação}}$$

Sendo esta definida como o número de falhas por unidade de tempo. Geralmente é expressa em unidades de falha por milhão de horas ( $10^6$  horas).

Existe também uma outra forma para se calcular a taxa de falhas, considerando o número de unidades testadas. Vejamos:

$$\lambda = \frac{\text{número de falhas}}{(\text{unidades testadas}) \cdot (\text{número de horas de teste})}$$

Esta equação é usada por fabricantes de componentes.

Visto isto, passaremos ao estudo de ferramentas para o aumento da confiabilidade.

## 8.3 - Ferramentas para o aumento da confiabilidade

Prezado aluno (a), nesta seção estudaremos algumas **ferramentas para o aumento da confiabilidade** e a aplicação destas ferramentas presume a participação e envolvimento de pessoas de diversos setores da empresa, um programa sistematizado e firmeza na aplicação e implementação. Iremos iniciar com a análise de modo e efeito de falha – FMEA.

### 8.3.1 - Análise de modo e efeito de falha - FMEA

Normalmente essa é uma ferramenta conhecida por sua sigla proveniente do inglês *Failure Mode and Effect Analysis*. A **FMEA é utilizada para ajudar a identificar e priorizar falhas potenciais**

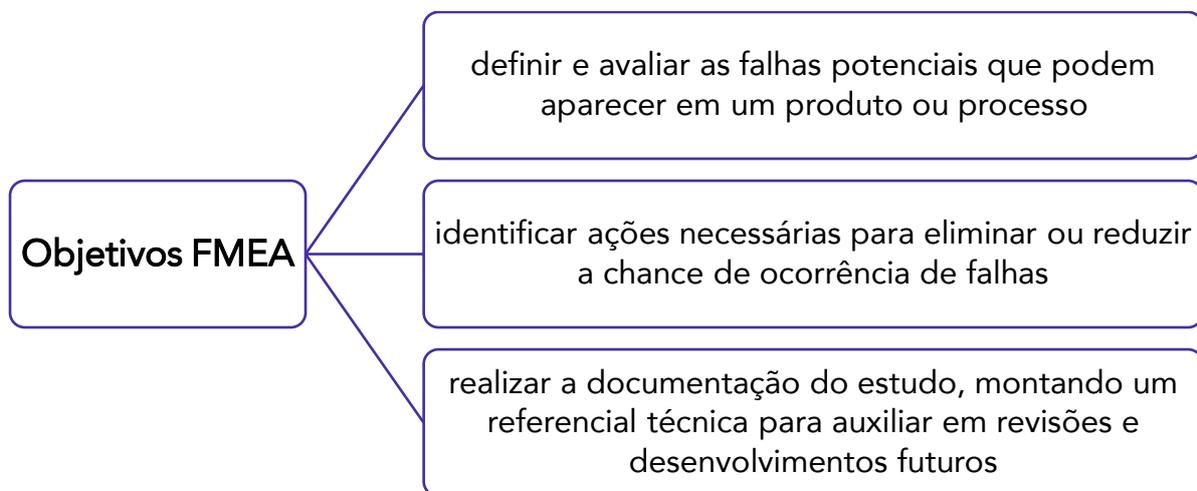


**em máquinas equipamentos ou processos**, baseada em um sistema lógico que classifica as falhas potenciais e provê as recomendações para ações preventivas. Resumidamente temos que FMEA é um processo formal que através de especialistas dedicados, analisa as falhas para solucioná-las.



**FMEA** – Método utilizado para **prevenir falhas através de análise sistemática de produtos ou processos**, para identificar e minimizar falhas potenciais e seus efeitos, identificando ações que serão usadas para impossibilitar as falhas.

Portanto, a **Análise de modo e efeito de Falha** é uma **técnica de confiabilidade**. Vejamos os seus objetivos no esquema abaixo.



Existem **três níveis de FMEA**, que são: **projeto, processo e sistema**.

A **FMEA no projeto ou de produto**, como o nome indica, é **voltada para se eliminar as causas de falha durante o projeto do equipamento**, ou seja, na fase de concepção do produto. Ela leva em consideração todos os aspectos como manutenibilidade, segurança, confiabilidade...

A **FMEA no processo** é dedicada ao **funcionamento e operação do equipamento**. Nessa fase, os equipamentos estão instalados e em operação. Normalmente aqui é aonde o pessoal da manutenção possui um maior envolvimento.

E o último nível de **FMEA é no sistema** que se **focaliza nas falhas potenciais e gargalos no processo global**, como uma linha de produção.



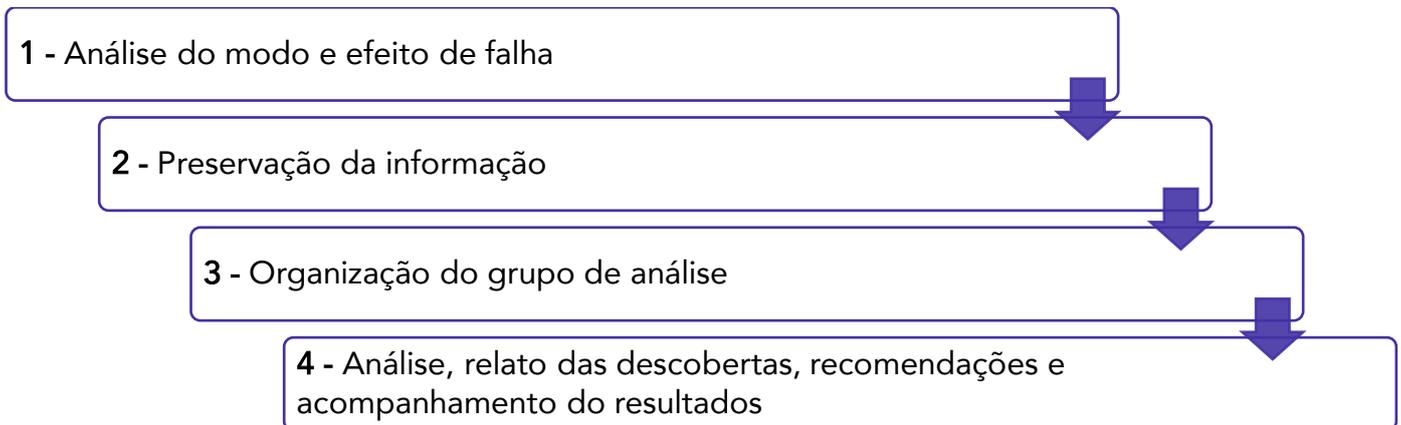
Simplificadamente, meu caro aluno/minha cara aluna, a FMEA focaliza as falhas potenciais e suas causas. Com isso, ações são tomadas para evitar problemas e prejuízos futuros, antes que eles aconteçam.

Vamos agora ao estudo da análise da causa-raiz de falha.

### 8.3.2 - Análise da causa raiz de falha - RCFA

**RCFA** é uma sigla oriunda do inglês *Root Cause Failure Analysis*. Esse é um método tem como princípio a **busca das causas do problema para determinar ações apropriadas para se evitar que este ocorra novamente.**

O método RCFA é baseado no questionamento: por quê? Pois cada etapa deve responder está questão quantas vezes necessárias até que ela não faça mais sentido. Vejamos abaixo os principais passo para o processo das Causa-Raízes de falha:



Vamos a um exemplo em que ocorre uma falha mecânica em uma bomba ocasionada por superaquecimento.



### EXEMPLIFICANDO

PERGUNTA	RESPOSTA
Por que a bomba a falhou?	O selo mecânico falhou.
Por que o selo falhou?	Desgaste excessivo das faces de vedação.
Por que ocorreu o desgaste?	Superaquecimento.
Por que houve superaquecimento?	Falta de fluxo de água.
Por que faltou água?	O operador não abriu a válvula.
Por que ele não abriu?	Ele é novo na área e não havia operado, uma bomba desse tipo.

Por que ele não tinha operado esse tipo de bomba?

Não recebeu treinamento para tal.

Note então que a partir da utilização do “Por quê?” chegou-se à **causa raiz da falha**, ou seja, a **verdadeira causa**, foi a falta de treinamento do operador. Assim para prevenir esse tipo de problema, nesse equipamento o treinamento dos operadores deverá ser melhorado.

Para finalizarmos, cabe destacar que toda análise RCFA deve ser documentada para poder ser utilizada posteriormente como material de apoio para implementação de melhorias e modificações futuras.



(FGV/ALERO-2018) A investigação estruturada que ajuda a identificar a verdadeira causa de um problema, assim como as ações necessárias para eliminá-la, é denominada de

- a) RCFA
- b) TPM
- c) 5S
- d) RCM
- e) MCC

#### Comentário:

Questão simples e direta em que se conhecendo o conceito da análise da causa-raiz da falha é possível a indicação da alternativa correta, que nesse caso é a **alternativa A** o gabarito da questão. A RCFA busca, como o nome já diz, encontra a causa-raiz dos problemas que surgem em um equipamento, em outras palavras, busca-se encontrar a causa fundamental para que esta seja corrigida e seja realizada prevenção para não haver reincidência.

A **alternativa B** está incorreta. O método TPM é baseado na combinação de características da manutenção preventiva e da manutenção preditiva aliado ao treinamento dos operadores para que estes possam ajudar no monitoramento da máquina (preditiva) e também possíveis reparos como por exemplo a troca de um filtro de óleo (preventiva).

A **alternativa C** está incorreta. O programa 5S não se trata de uma ferramenta ou metodologia de manutenção. Esse método consiste na aplicação de técnicas de gestão de qualidade que buscam aperfeiçoar a organização, limpeza e padronização de uma empresa.

A **alternativa D e E** estão incorretas. As siglas RCM e MCC indicam a mesma metodologia de manutenção que é a Manutenção Centrada na Confiabilidade que é um processo utilizado para definir as necessidades de manutenção de qualquer item físico em sua operação



Vamos agora ao estudo da manutenção centrada na confiabilidade.

### 8.3.3 - Manutenção centrada na confiabilidade

Meu(minha) caro(a) aluno(a), *Reability-Centered Maintenance* (RCM) ou **manutenção centrada na confiabilidade (MCC)** pode ser descrita como um **processo utilizado para definir as necessidades de manutenção de qualquer item físico em sua operação**. A MCC é uma metodologia, ferramenta de suporte, que estuda um item ou um sistema detalhadamente, analisando como ele pode falhar e definindo a melhor maneira de realizar a manutenção com o objetivo de prevenir a falha ou diminuir as perdas oriundas das falhas.

**MCC** - processo ou programa que **reúne várias técnicas de engenharia para garantir que os equipamentos de uma empresa continuem realizando as funções desejadas.**

Visto isto, igualmente a alguns os outros métodos a MCC possui alguns **pilares próprios** dentro os quais destacam-se:

- Grande envolvimento de operadores, técnicos de manutenção e engenheiros criando um ambiente de engenharia simultânea;
- Destaque no estudo das consequências das falhas, as quais direcionam todas as tarefas da manutenção;
- Envolvimento das análises que consideram questões ligadas à segurança, meio ambiente, custos e operação;
- Ênfase nas atividades proativas, utilizando atividades preditivas e preventivas; e
- Combate as falhas escondidas (ocultas) que reduzem a confiabilidade do sistema.

**PDCA (plan, do, check, act), diagrama de Pareto, metodologia 5W2H (why, where, who, when, what, how, how much), Ishikawa sequencial, diagrama de causa e efeito, diagrama dos porquês e brainstorming são partes integrantes da manutenção do tipo centrada na confiabilidade.**

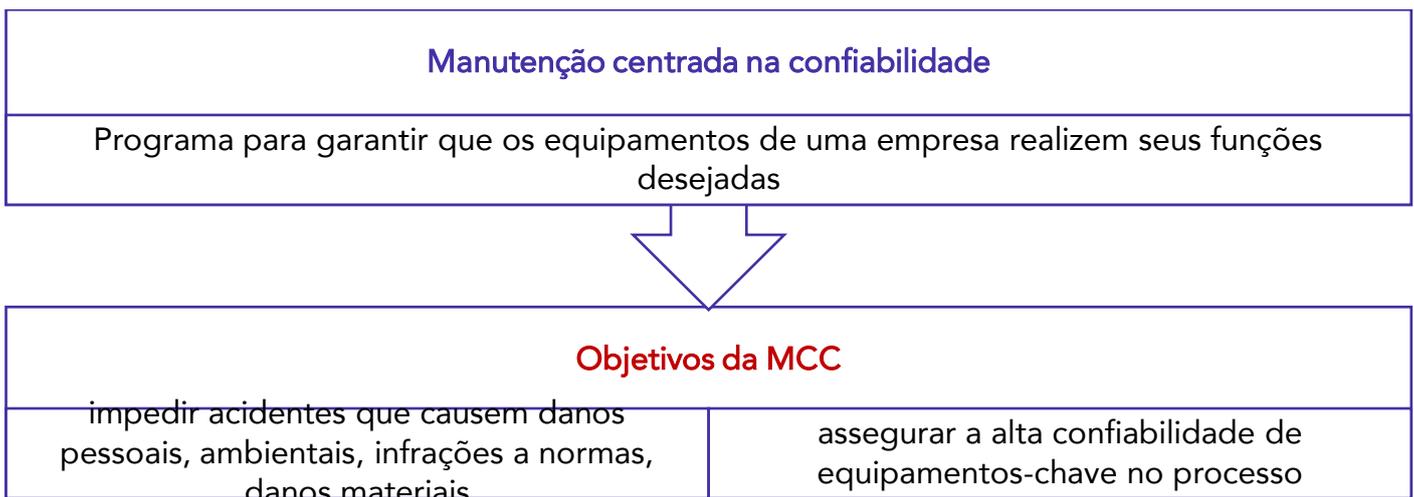
Para uma **correta aplicação de um programa de manutenção centrado na confiabilidade** primeiramente é necessário o **conhecimento das funções e padrões de desempenho dos equipamentos**. Todos devem saber o que é espera de determinado item, as funções que ele deve desempenhar assim como o nível de desempenho que ele deve possuir durante a sua vida útil.

Conhecida a função e os padrões de desempenho dos equipamentos deve-se conhecer os modos de como estes podem falhar, as causa de cada falha funcional, o que acontece quando cada falha ocorre, de que forma cada falha interessa, o que pode ser feito para prevenir ou impedir cada falha e por fim o que dever ser feito quando não é possível estabelecer uma atividade proativa pertinente.



Prezado estrategista, para a **aplicação da MCC** é necessária a **definição da confiabilidade esperada para cada equipamento de uma planta industrial**.

Assim os programas de manutenção centrada na confiabilidade possuem como objetivo impedir acidentes que possam causar danos em pessoas; impedir qualquer acidente que possa acarretar danos ambientais e infrações de normas locais, nacionais ou internacionais; impedir acidentes que possam causar danos materiais; assegurar alta confiabilidade aos equipamentos gargalos.



## 9 - PROGRAMA 5S

Olá, caro aluno(a) ! Nesse tópico da nossa aula vamos falar sobre um tema importante para a Engenharia Mecânica: o Programa 5S e sua relação com a manutenção mecânica e o gerenciamento da manutenção.

O Programa 5S tem suas raízes no Japão pós-segunda guerra, buscando organizar, otimizar e racionalizar os fluxos de trabalho, materiais e espaços de trabalho para alcançar ganhos de eficiência e produtividade.

Professor, **o que é o programa 5S?** O Programa 5S é uma metodologia japonesa que visa promover a organização, limpeza, padronização, disciplina e autodisciplina no ambiente de trabalho. Os 5 "S" representam palavras japonesas:



Seiri (Senso de Utilização), Seiton (Senso de Ordenação), Seiso (Senso de Limpeza), Seiketsu (Senso de Padronização) e Shitsuke (Senso de Disciplina).



Vamos mergulhar mais fundo no Programa 5S e sua aplicação, destacando detalhes cruciais para o sucesso da metodologia, iniciando pelo significado de cada senso.

### 1 - SEIRI (SENSO DE UTILIZAÇÃO)

Busca a identificação de necessidades: O Senso de Utilização envolve a identificação e a classificação dos itens essenciais e não essenciais no ambiente de trabalho. Visa estabelecer critérios claros para decidir o que é necessário no local de trabalho, eliminando o que não contribui para a eficiência.

### 2. SEITON (SENSO DE ORDENAÇÃO)

Visa a organização eficiente por meio da organização de ferramentas, peças e equipamentos de forma lógica e acessível, reduzindo o tempo de busca e aumentando a produtividade. Esse senso busca planejar o layout do espaço de trabalho para facilitar o fluxo de operações e minimizar desperdícios.

### 3. SEISO (SENSO DE LIMPEZA)

Traz como objetivo a promoção da limpeza regular do ambiente e dos equipamentos para prevenir a deterioração e identificar potenciais problemas precocemente. Dessa maneira, é possível alcançar maior segurança no trabalho, mantendo-se um ambiente limpo e organizado, reduzindo os riscos de acidentes e lesões ocupacionais.

### 4. SEIKETSU (SENSO DE PADRONIZAÇÃO)

Visa a padronização de processos, estabelecendo normas e procedimentos padronizados para garantir a qualidade e a consistência das operações de manutenção. Nesse senso o treinamento e a capacitação dos colaboradores é importante para seguirem os padrões estabelecidos e promover a melhoria contínua.

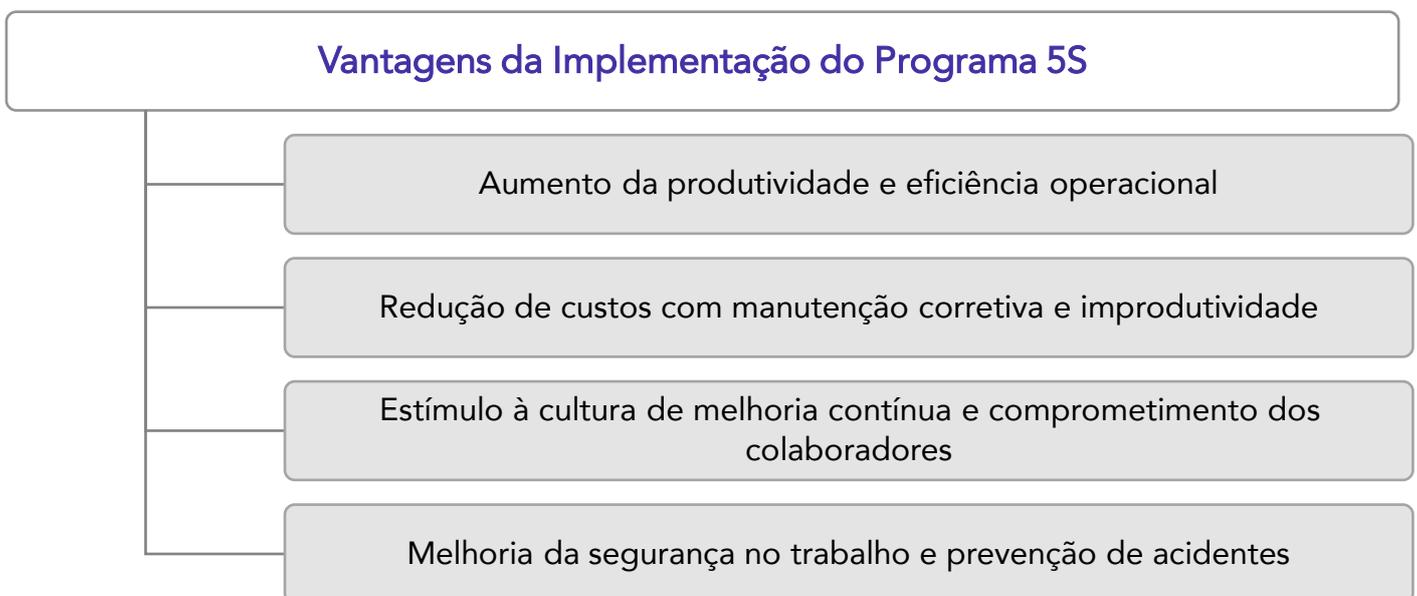
### 5. SHITSUKE (SENSO DE DISCIPLINA)



Busca o comprometimento e a manutenção da cultura organizacional, desenvolvendo uma cultura de disciplina e responsabilidade, em que a aplicação dos 5S seja parte integrante do cotidiano de todos. Nessa fase é crucial a realização de auditorias e monitoramentos periódicos para garantir a manutenção dos padrões e incentivar a autodisciplina.

Agora que você já sabe, note que as questões sobre o programa 5S podem abordar a aplicação dos cinco sentidos: Utilização, Ordenação, Limpeza, Padronização e Disciplina, em diferentes contextos como organização de ferramentas, melhoria da segurança no trabalho e padronização de processos.

Dessa forma, é importante saber os benefícios da implementação do 5S, incluindo o aumento da produtividade, a redução de custos, a melhoria da segurança e a promoção de uma cultura de melhoria contínua. Vejamos algumas vantagens do programa.



Prosseguindo!

No contexto da manutenção mecânica, a aplicação do Programa 5S é fundamental para garantir a eficiência e a segurança das operações. Ao adotar o Senso de Utilização (Seiri), é possível eliminar ferramentas e equipamentos desnecessários, facilitando o acesso aos recursos essenciais para a manutenção.

O Senso de Ordenação (Seiton) contribui para a organização do espaço de trabalho, evitando perdas de tempo na busca por peças e ferramentas. Já o Senso de Limpeza (Seiso) ajuda a prevenir a corrosão e o desgaste precoce de equipamentos, prolongando sua vida útil.

No gerenciamento da manutenção, o Programa 5S desempenha um papel crucial na otimização dos processos. A Padronização (Seiketsu) permite estabelecer procedimentos e normas



claras para a execução das atividades de manutenção, garantindo a qualidade e a uniformidade dos serviços prestados. O Senso de Disciplina (Shitsuke) estimula a constância na aplicação dos padrões estabelecidos, promovendo a melhoria contínua e a prevenção de falhas. Em resumo, o Programa 5S é uma ferramenta poderosa para aprimorar a manutenção mecânica

Para finalizar!

Lembre-se, a implementação bem-sucedida do Programa 5S requer não apenas a adoção dos princípios, mas também o engajamento e a participação ativa de todos os membros da equipe. Para fins de prova, esteja familiarizado com os conceitos fundamentais do 5S, como eliminar o desperdício, manter a organização, promover a limpeza, estabelecer padrões e cultivar a disciplina.



## QUESTÕES COMENTADAS

1. (CEBRASPE/ TJ ES-2023) Considerando as metodologias e os conceitos de manutenção, bem como as normas relacionadas a esse assunto, julgue o próximo item.

A manutenção preventiva difere da preditiva na medida em que a primeira está baseada em manutenções planejadas e com rotinas definidas, ao passo que a segunda está baseada em dados coletados por meio de monitoração ou inspeções.

### Comentário:

O item está correto. Vejamos os conceitos de manutenção preventiva e preditiva.

**Manutenção preventiva** é a atuação baseada em intervalos de tempos definidos, para se evitar ou diminuir as falhas ou queda no desempenho de um item.

**Manutenção preditiva** é aquela fundamentada em um acompanhamento sistemático, que atua com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho de um item.

2. (CEBRASPE/PETROBRAS-2023) A respeito de manutenção e comissionamento, julgue o próximo item.

A análise de vibrações e o monitoramento de ruídos são exemplos de atividades de rotina de manutenção preditiva.

### Comentário:

O item está correto. A verificação de vibrações e ruídos caracterizam métodos aplicados na manutenção preventiva visando o monitoramento de parâmetros das máquinas.

**Manutenção preditiva** é aquela fundamentada em um acompanhamento sistemático, que atua com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho de um item.

3. (CEBRASPE/PETROBRAS-2023) A respeito de manutenção e comissionamento, julgue o próximo item.



Nos mancais de um eixo rotativo, a troca do óleo cujo prazo de validade esteja quase vencido constitui exemplo de atividade de manutenção corretiva.

**Comentário:**

O item está errado. Como a intervenção é realizada antes do vencimento da validade do óleo, temos caracterizada uma manutenção preventiva. Esse método é característico da troca de óleo de automóveis, por exemplo.

**4. (CEBRASPE/PETROBRAS-2023) Em relação aos diferentes modelos adotados na gestão de manutenção de equipamentos, julgue o item a seguir.**

A manutenção preventiva é mais indicada que a corretiva no que diz respeito a equipamentos cuja disponibilidade deva ser maximizada, pois possibilita a redução do tempo de paradas não programadas dos equipamentos.

**Comentário:**

O item está correto. A manutenção preventiva visa intervenções antes da falha dos componentes. Dessa forma, acarreta uma redução de paradas não programadas dos equipamentos.

**5. (CEBRASPE/PETROBRAS-2023) Em relação aos diferentes modelos adotados na gestão de manutenção de equipamentos, julgue o item a seguir.**

A substituição de algum componente para reestabelecer o correto funcionamento de determinado equipamento após a detecção de falha durante a operação caracteriza o modelo de manutenção preditiva.

**Comentário:**

O item está incorreto. A manutenção realizada após a falha é denominada corretiva. Vejamos seu conceito:

**Manutenção corretiva** é a atividade para a correção da falha ou do desempenho inferior ao esperado



6. (CEBRASPE/DATAPREV-2023) Com relação às atividades de engenharia de manutenção, julgue o item a seguir.

O monitoramento do funcionamento de um motor elétrico, por meio da medição da temperatura da carcaça, possibilita a realização de ações de manutenção preditiva.

**Comentário:**

O item está correto. Por meio de sensores e outros dispositivos de monitoramento que viabilizam a coleta de dados é possível monitorar parâmetros específicos, como temperatura, vibração, pressão, corrente elétrica, entre outros. Dessa forma, é possível prever quando deverá ser executada uma parada para manutenção do equipamento. Esse método é denominado manutenção preditiva.

7. (CESGRANRIO/PETROBRAS/2017) Conjunto estruturado de conhecimentos, práticas, procedimentos e habilidades aplicáveis de forma integrada a uma instalação, visando a torná-la operacional, dentro dos requisitos de desempenho desejados, tendo como objetivo central assegurar a transferência da instalação da Executante para a Unidade Operacional de forma rápida, ordenada e segura, certificando sua operabilidade em termos de desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações.

Disponível em: <<http://pt.slideshere.net/jorgemartins16/M-0858>>.

Acesso em: 25 ago. 2017.

A etapa ou o processo ao qual o texto acima pode ser associado é

- A) instalação
- B) comissionamento
- C) certificação
- D) credenciamento
- E) operação

**Comentário:**

De acordo com normal N-858 da Petrobras o comissionamento é comissionamento o conjunto estruturado de conhecimentos, práticas, procedimentos e habilidades aplicáveis de forma integrada a uma instalação, visando torná-la operacional, dentro dos requisitos de



desempenho desejados, tendo como objetivo central assegurar a transferência da instalação da executante para a Unidade Operacional de forma rápida, ordenada e segura, certificando sua operabilidade em termos de desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações.

Portanto a alternativa B está CORRETA e é o gabarito da questão.

8. (CESGRANRIO/TRANSPETRO - 2018) A manutenção planejada indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação, prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado, atuando com base na modificação de parâmetro de condição ou desempenho do equipamento.

O tipo de manutenção que obedece a essa sistemática é denominada

- a) corretiva
- b) detectiva
- c) preditiva
- d) preventiva
- e) produtiva total

#### Comentário:

A **alternativa A** está incorreta. A manutenção corretiva é aquela realizada após a falha de um equipamento, não sendo feito neste caso um monitoramento para prever a quebra.

A **alternativa B** está incorreta. A manutenção detectiva é aquela realizada em sistemas de proteção ou comando, com o objetivo de detectar falhas ocultas não perceptíveis pelos operadores ou pessoal da manutenção. Este tipo de manutenção também pode ser chamado de teste para detecção de falhas, que ocasiona uma manutenção corretiva planejada. Uma vez que for detectada a falha, uma intervenção é agendada para a correção.

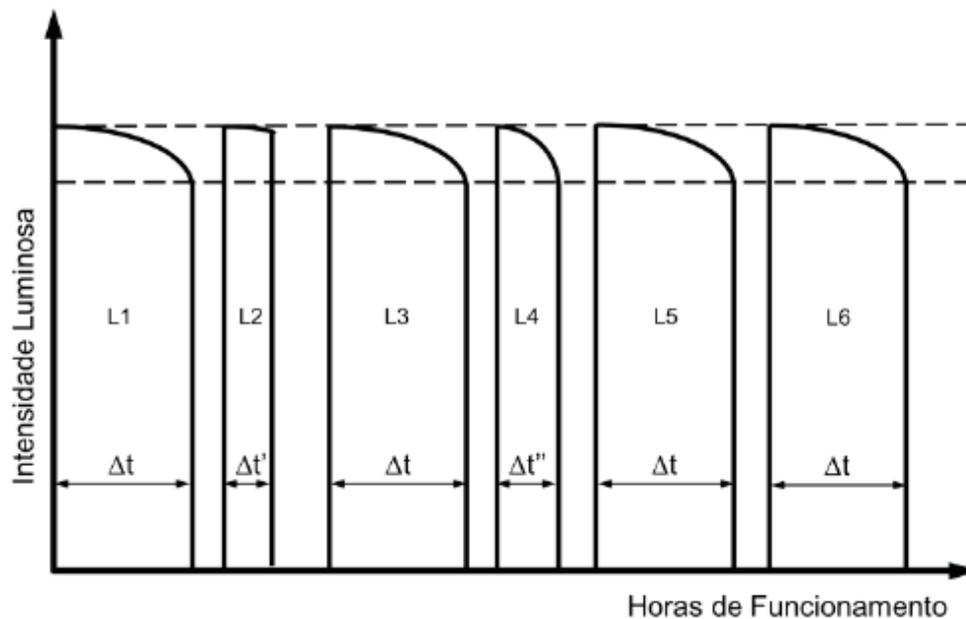
A **alternativa C** está CORRETA e é o gabarito da questão. O enunciado da questão nos apresenta características da manutenção preditiva.

A **alternativa D** está incorreta. A manutenção preventiva é baseada na prevenção de defeitos que possam causar parada inesperada ou redução de rendimento de um determinado equipamento. Esta prevenção é realizada a partir de dados de fabricante, estudos estatísticos, estado do equipamento, local de instalação, etc.

A **alternativa E** está incorreta. A manutenção produtiva total (TPM) pode ser entendida como uma filosofia de gerenciamento que age na organização e comportamento das pessoas de como lidar com um problema não só da manutenção, mas também do processo produtivo.



9. (CESGRANRIO/TRANSPETRO - 2018) Em uma sala de convenções, um técnico acompanha a vida útil da lâmpada do projetor para que a mesma não queime durante uma apresentação. Para isso, utiliza o registro da intensidade luminosa, usada como indicador de desempenho, e do tempo, em horas, que o projetor permanece ligado. O registro é feito na forma de gráfico, conforme exibido na Figura abaixo.



Em relação aos intervalos de tempo  $\Delta t$  (L1, L3, L5 e L6),  $\Delta t'$  (L2) e  $\Delta t''$  (L4), tal gráfico representa, respectivamente, manutenções

- a) preventiva, corretiva planejada, preditiva
- b) preventiva, corretiva planejada, corretiva não planejada
- c) preventiva, corretiva não planejada, corretiva planejada
- d) preditiva, corretiva planejada, corretiva não planejada
- e) preditiva, preventiva, corretiva não planejada

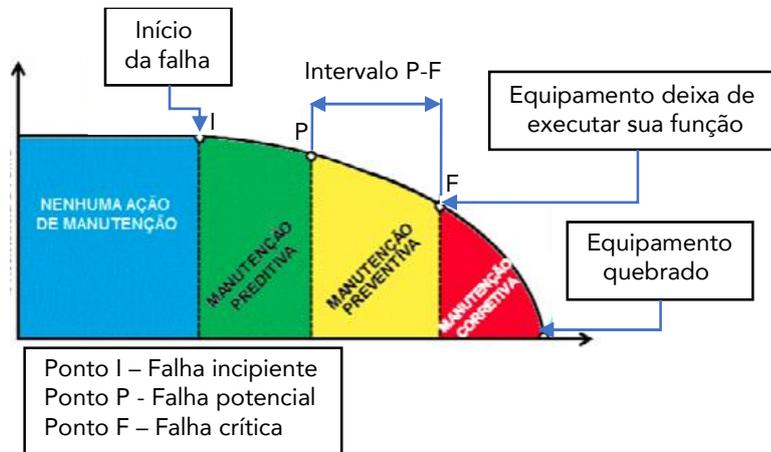
#### Comentário:

Nesta questão devemos saber analisar a curva com o padrão de falha da lâmpada. Note que intensidade luminosa possui um nível mínimo onde se é realizada uma parada para manutenção. As áreas L1, L3, L5 e L6 são iguais e indicam, de acordo com o comportamento da curva que uma manutenção do tipo preventiva foi realizada obedecendo o período de tempo  $\Delta t$ .

A área L2 representa uma manutenção do tipo corretiva não planejada, pois o intervalo de tempo  $\Delta t'$  (curto) foi interrompido devido a uma falha inesperada. Por fim, a área L4 apresenta um comportamento diferente da curva de luminosidade em função do tempo, onde se é possível

notar uma diminuição da luminosidade de maneira progressiva dentro de um intervalo de tempo  $\Delta t''$  diferente de  $\Delta t$ , portanto indica uma manutenção do tipo corretiva planejada.

Para melhor entendimento, vejamos o gráfico abaixo que apresenta o processo de desgaste de um equipamento ou componente.



Logo, a **alternativa C** está CORRETA e é o gabarito da questão.

10.(CESGRANRIO/ LIQUIGÁS - 2018) Uma empresa de transporte e armazenamento de líquidos possui um departamento responsável pela manutenção, que mantém o registro de todas as máquinas em um banco de dados, onde são encontradas todas as intervenções realizadas em cada equipamento e o tempo de parada.

Em um segundo banco de dados, encontram-se todos os manuais. Dessa maneira, a manutenção dos equipamentos segue um padrão previamente esquematizado, em que são estabelecidas paradas periódicas. Essas paradas são baseadas em intervalos definidos de tempo e têm a finalidade de assegurar o funcionamento perfeito das máquinas, aproveitando-as totalmente durante sua vida útil, reduzindo o custo de operações e evitando a ocorrência de falhas.

O conceito empregado pelo departamento da empresa é o de manutenção

- a) corretiva não planejada
- b) corretiva planejada
- c) preventiva
- d) preditiva
- e) detectiva

**Comentário:**

A **alternativa C** está CORRETA e é o gabarito da questão. Uma das subdivisões da manutenção preventiva é aquela baseada no tempo de funcionamento de um equipamento que



pode ser em dias ou em horas de operação. Esse tipo de manutenção visa, através de intervenções programadas evitar a falha inesperada do equipamento.

A **alternativa A** está incorreta. Manutenção corretiva não planejada é aquela que é realizada de imediato após a falha ou quebra de um equipamento para retomada de seu funcionamento.

A **alternativa B** está incorreta, pois a manutenção corretiva planejada é aquela destinada a reparação ou troca de componentes que falharam. Para evitar que ocorra uma falha a manutenção corretiva planejada é proveniente de uma inspeção regular que identificou a falha a tempo dela ser planejada ou programada para uma parada de rotina.

A **alternativa D** está incorreta. A manutenção preditiva é aquela na qual inspeções periódicas, para análise de temperatura, vibração, ruído excessivo etc. são observados através de instrumentos específicos. Com esta análise é possível conhecer as reais condições de operação do equipamento e acompanhar a evolução de um defeito.

A **alternativa E** está incorreta, uma vez que a manutenção detectiva é realizada com o objetivo de detectar falhas ocultas não perceptíveis pelos operadores ou pessoal da manutenção.

**11. (DIRENS Aeronáutica/CIAAR-2017) Uma indústria possui 5 compressores. A cada 1000 horas de funcionamento, um dos compressores é parado para manutenção, enquanto os demais ficam em funcionamento para suprir a demanda de ar da linha de produção. Qual é o tipo de estratégia de manutenção adotada por essa indústria visando o funcionamento dos compressores?**

- a) Preditiva
- b) Corretiva
- c) Autônoma
- d) Preventiva

**Comentário:**

A **alternativa A** está incorreta. A manutenção preditiva é aquela na qual inspeções periódicas, para análise de temperatura, vibração, ruído excessivo etc. são observados através de instrumentos específicos. Com esta análise é possível conhecer as reais condições de operação do equipamento e acompanhar a evolução de um defeito. Com o conhecimento das condições do equipamento pode-se planejar em um curto prazo uma intervenção de manutenção para reparo ou substituição de peças com defeito. Além disso, a manutenção preditiva também nos permite estimar a vida útil de um sistema, peça ou equipamento.



A **alternativa B** está incorreta. A manutenção corretiva é um conjunto de métodos adotados com o objetivo de satisfazer a produção, o equipamento ou máquina que porventura parou de funcionar. Neste caso a ação é realizada imediatamente para retomar o funcionamento o mais rápido o possível buscando meios de evitar reincidência.

A **alternativa C** está incorreta. A manutenção autônoma é baseada na confiabilidade. Esse tipo de manutenção visa capacitar os operadores das máquinas para criar técnicas de manutenção que vão desde limpeza e lubrificação até ajustes e regulagens a fim de prolongar a vida útil dos equipamentos.

A **alternativa D** está CORRETA e é o gabarito da questão. A manutenção preventiva acontece de maneira planejada e controlada, sendo esta realizada em ocasiões e datas planejadas, tendo por objetivo manter a máquina em perfeitas condições de funcionamento e conservação evitando quebras imprevistas. Normalmente as datas de manutenção preventiva são definidas de acordo com dados de manutenções preventivas realizadas previamente combinadas com documentações de vida útil das peças fornecidas pelo fabricante.

## 12.(FUNDATEC/ ALERS - 2018) Levando em consideração os conceitos e a aplicabilidade da manutenção preditiva, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) A manutenção preditiva nada mais é do que uma manutenção preventiva baseada na condição do equipamento.
- b) A manutenção preditiva permite o acompanhamento do equipamento através de medições realizadas quando ele estiver em pleno funcionamento, o que possibilita uma maior disponibilidade, já que este vai sofrer intervenção somente quando estiver próximo de um limite estabelecido previamente pela equipe de manutenção.
- c) Para que seja estabelecido esse tipo de manutenção, o equipamento, sistema ou instalação deve permitir algum tipo de monitoramento.
- d) As falhas devem ser originadas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada.
- e) Os custos envolvidos no processo de monitoramento, de reparo e de horas-máquina inativas normalmente são muito maiores que os custos de manutenção corretiva, por isso, esse tipo de manutenção é pouquíssimo utilizado.

### Comentário:

A **alternativa A** está correta. A manutenção preditiva é realizada através no acompanhamento de parâmetros diversos que indicam a condição de operação de um equipamento.

A **alternativa B** está correta uma vez que a manutenção preditiva permite o acompanhamento do equipamento até próximo de um limite de falha pré-estabelecido, o tempo de funcionamento deste é maior acarretando uma maior disponibilidade.



A **alternativa C** está correta. Devido ao fato de a manutenção preditiva depender do acompanhamento de fenômenos que possam acontecer no equipamento, por meio de instrumentos específicos, o equipamento precisa permitir esse monitoramento.

A **alternativa D** está correta. As possíveis falhas monitoradas na manutenção preditiva devem permitir seu acompanhamento conforme seu desenvolvimento para que possa ser realizada o planejamento de parada para manutenção antes da quebra.

A **alternativa E** está INCORRETA e é o gabarito da questão, pois geralmente a manutenção corretiva é o tipo de manutenção que possui o maior custo, visto que o não planejamento de uma parada geralmente implica em um maior tempo de reparo.

13.(CEV UECE/ Pref. Sobral - 2018) Um gestor de uma oficina mecânica de grande porte, ao adquirir uma nova central de ar comprimido composta por vários compressores alternativos, encaminhou os manuais dos fabricantes ao responsável pela manutenção, para que fosse elaborado o cronograma de inspeções e trocas de componentes e fluidos com vida útil pré-estabelecida, com base nas informações do fabricante, estabelecendo assim os procedimentos correspondentes ao plano de manutenção

- a) corretiva.
- b) preventiva.
- c) detectiva.
- d) preditiva.

#### Comentário:

Prezado aluno(a), caso você não conheça o funcionamento de um sistema de ar comprimido estabeleça a relação com as revisões que você realizadas em um automóvel. Não é muito parecido? De acordo com as informações do fabricante (manual do proprietário) trocas de lubrificantes do motor e filtro são realizadas ou por quilometragem rodada ou por tempo corrido.

Por fim, lembre-se que este tipo de manutenção é preventiva realizada dentro de intervalos predeterminados, com critérios especificados para a redução da probabilidade de falhas. Portanto, a **alternativa B** está CORRETA e é o gabarito da questão.

As demais alternativas estão incorretas por tratarem dos outros tipos de manutenções que não se caracterizam conforme o enunciado.

14.(FUNDEP/INB - 2018) Troca de óleo programada, troca de um fusível queimado, controle semanal do desgaste dos pneus e avaliação da voltagem de um quadro de baterias



automotivas utilizando um multímetro caracterizam, respectivamente, os processos de manutenção:

- a) preventiva, corretiva, preditiva e preditiva.
- b) preventiva, corretiva, corretiva e preditiva.
- c) preditiva, corretiva, corretiva e corretiva.
- d) preditiva, preventiva, corretiva e corretiva.

#### Comentário:

Para resolver esta questão vamos analisar cada um dos procedimentos citados no enunciado da questão.

- 1) Troca de óleo programada – Manutenção preventiva, determinada por um prazo predeterminado.
- 2) Troca de um fusível queimado – Decorrente de uma falha prévia, logo é uma manutenção corretiva.
- 3) Controle semanal do desgaste de um pneu – Manutenção preditiva, pois um acompanhamento periódico do desgaste está sendo realizado a fim de determinar o melhor momento oportuno para o procedimento de troca.
- 4) Avaliação da voltagem de um quadro de baterias automotivas utilizando um multímetro – note que neste caso um instrumento está sendo utilizado para acompanhar a tensão das baterias, também com o objetivo de determinar o momento oportuno para o procedimento de substituição, logo manutenção preditiva.

Visto isto, e analisando as opções de resposta, temos que a **alternativa A** está CORRETA e é o gabarito da questão.

**15.(FUNDEP/INB - 2018) Considerando os diversos tipos de manutenção, analise as afirmativas a seguir e assinale com V as verdadeiras e com F as falsas.**

- ( ) A manutenção emergencial será mais necessária quanto maiores forem os custos de falhas.
- ( ) Na manutenção preventiva, podem ocorrer danos durante as partidas e paradas.
- ( ) A manutenção corretiva planejada é a correção de falhas ou de desempenho menor que o esperado, por decisão gerencial.
- ( ) Para a adoção da manutenção preventiva, o equipamento deve permitir algum tipo de monitoramento.

Assinale a sequência CORRETA.

- a) F F V V
- b) V F V F



c) F V V F

d) V V F V

### Comentário:

Vamos analisar cada uma das afirmativas.

(F) A manutenção emergencial será mais necessária quanto maiores forem os custos de falhas.

Esta afirmação é falsa, pois a manutenção emergencial normalmente apresenta um custo elevado, logo quando mais custarem as falhas maior será a necessidade do emprego de uma manutenção com menor custo, como por exemplo a manutenção preditiva.

(V) Na manutenção preventiva, podem ocorrer danos durante as partidas e paradas.

Realmente alguns equipamentos, são mais propícios a apresentar falhas ou quebras durante sua partida ou parada do que durante o seu funcionamento. Algumas máquinas rotativas, como motores elétricos tendem a apresentar um pico de corrente na partida muito maior do que a corrente de nominal de operação, sendo assim está mais suscetível a falha durante sua partida.

(V) A manutenção corretiva planejada é a correção de falhas ou de desempenho menor que o esperado, por decisão gerencial.

A manutenção corretiva planejada é realizada após a detecção de falhas ou de queda de desempenho já existentes que permitam um planejamento prévio antes de sua correção, que pode vir a ser tomada por decisão gerencial.

(F) Para a adoção da manutenção preventiva, o equipamento deve permitir algum tipo de monitoramento.

A manutenção preditiva exige a necessidade de monitoramento do equipamento.

Assim, a **alternativa C** está CORRETA e é o gabarito da questão.

### 16. (FGV/ALERO-2018) Apresenta-se a seguir a nomenclatura utilizada em 4 tipos de manutenção:

I. Manutenção de parada

II. Manutenção de quebra

III. Manutenção baseada no tempo

IV. Manutenção baseada nas condições

A manutenção preventiva combina as formas de manutenção dos tipos

a) I e II.



- b) I e III.
- c) I e IV.
- d) II e III.
- e) III e IV.

#### Comentário:

A **alternativa E** está CORRETA e é o gabarito da questão.

A banca neste caso utiliza a divisão da manutenção de acordo com a sua natureza planejada ou não planejada. Dentro da manutenção planejada encontram-se a manutenção de parada, a manutenção preventiva baseada no tempo e a manutenção preventiva baseada nas condições. A manutenção de quebra é do tipo não planejada, sendo está realizada somente após a falha do equipamento, logo ela não é realizada de maneira preventiva.

A manutenção de parada é planejada e é realizada durante alguma grande parada, como o nome já diz, e tem como objetivo a restauração do equipamento a fim de que esse retorne ao estado de novo. Portanto não está relacionada a manutenção preventiva.

Assim, conhecidos os conceitos e analisando as alternativas temos que a manutenção preventiva combina as formas de manutenção baseada no tempo e baseada nas condições. Sendo que a baseada no tempo é realizada de acordo com o desgaste devido ao uso e a baseada nas condições é realizada através da manutenção preditiva.

**17.(FGV /ALERJ-2017) O objetivo global da manutenção produtiva total (TPM) é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais e humanos e, assim, melhorar o rendimento operacional global.**

**Uma medida a ser tomada para implementação desse programa é:**

- a) assegurar que a manutenção dos equipamentos seja realizada por equipes específicas, isto é, impedir que os operadores façam manutenções voluntárias;
- b) desestimular modificações nos projetos originais das máquinas em operação, mesmo que para melhoria do rendimento;
- c) treinar os operadores das máquinas para supervisionarem e atuarem como mantenedores em primeiro nível;
- d) treinar cada mantenedor para atuar em partes específicas dos equipamentos;
- e) projetar as máquinas, idealmente, para receberem manutenção em intervalos curtos e regulares de tempo.

#### Comentário:



A **alternativa A** está incorreta. A TPM incentiva a atuação dos operadores como ferramentas para a realização de manutenção nos equipamentos.

A **alternativa B** está incorreta. A manutenção produtiva total estimula modificações nos projetos originais das máquinas em operação, para melhoria do rendimento.

A **alternativa C** está CORRETA e é o gabarito da questão. Um dos princípios da TPM é a capacitação dos operadores para que estes possam realizar procedimentos de manutenção simplificados nos equipamentos.

A **alternativa D** está incorreta. A TPM busca o treinamento dos técnicos de manutenção para que estes possam atuar em diversas partes dos equipamentos.

A **alternativa E** está incorreta. A TPM não possui como medida o projeto de máquina para receberem manutenção em curtos e regulares intervalos de tempo.

**18.(FADESP/BANPARÁ-2018) O sucesso de uma empresa que atua no setor industrial depende, entre outras coisas, da manutenção corretiva, preventiva e preditiva de equipamentos e máquinas. Sobre a manutenção preditiva é correto afirmar que**

a) estimula a possibilidade de falhas e programa reparos ou recondiçõamentos das máquinas. Dessa forma, reduz a probabilidade de avarias ou degradação de serviços prestados. Trata-se de uma intervenção programada, que ocorre antes do surgimento de uma falha.

b) ocorre quando já há desgastes ou falhas nos equipamentos, substituindo-se as peças e os componentes afetados. Trata-se de um conjunto de procedimentos que visam corrigir, restaurar e recuperar a capacidade de produção de uma instalação ou equipamento que tenha sofrido alteração em seu funcionamento. Essa manutenção é uma técnica de gerência reativa que aguarda pela falha para determinar a ação de manutenção a ser realizada.

c) tem como objetivo impedir que aconteçam paradas e falhas de peças e componentes de diversos tipos de máquinas e equipamentos, sejam eles automotivos, industriais, hidráulicos, entre outros. Consiste em planejar reparos e controlar o monitoramento de maquinários. É a maneira mais adequada de evitar a interrupção das atividades, ou seja, o método mais eficaz para as empresas controlarem seus equipamentos sem necessitar desligá-los ou mesmo perdê-los por falta de manutenção.

d) é uma metodologia, isto é, uma filosofia corporativa, conhecida como técnica de manutenção com base no estado do equipamento. Essa manutenção faz o acompanhamento periódico das máquinas, baseando-se na análise de dados coletados por meio de monitoramentos ou inspeções em campo. Seu principal objetivo é a verificação pontual dos equipamentos a fim de antecipar eventuais problemas que possam causar gastos maiores com outros modelos de manutenção.

e) tem como objetivo impedir que aconteçam paradas e falhas de peças e componentes de diversos tipos de máquinas e equipamentos, sejam eles automotivos, industriais, hidráulicos, entre outros. Consiste em planejar reparos e controlar o monitoramento de maquinários. É a maneira



mais adequada de evitar a interrupção das atividades, ou seja, o método mais eficaz para as empresas controlarem seus equipamentos, necessitando desligá-los ou mesmo perdê-los por falta de manutenção.

### Comentário:

Esta questão possui definições longas em suas alternativas, por isso é importante que ao se deparar com este tipo de questão você deverá ler atentamente cada alternativa, pois um pequeno detalhe pode definir a resposta. Vamos analisar cada uma das alternativas.

A **alternativa A** está incorreta, pois a manutenção preditiva não consiste em estimular a possibilidade de falhas.

A **alternativa B** está incorreta. O conceito exemplificado nesta alternativa consiste na manutenção corretiva, a qual é uma técnica de gerência reativa que aguarda pela falha para determinar a ação de manutenção a ser realizada.

A **alternativa C e E** estão incorretas. Ambas as alternativas abordam como o método mais eficaz para as empresas controlarem seus equipamentos. Essa é uma afirmação que precisa ser analisada com muito cuidado, pois a melhor forma de manutenção dependerá dos parâmetros do equipamento e do sistema de produção de cada empresa. Por exemplo, a partir de uma análise pode-se determinar que na empresa X a manutenção preventiva poderá ser mais eficaz do que manutenção preditiva.

A **alternativa D** está CORRETA e é o gabarito da questão. A manutenção preventiva pode ser considerada uma metodologia conhecida como técnica de manutenção com base no estado do equipamento. Basicamente realiza um acompanhamento para posterior determinação da ação (manutenção corretiva planejada) de acordo com a necessidade.

### 19. (FGV/ALERO-2018) Segundo terminologia recomendada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT para os serviços de manutenção, pode-se dizer, em relação ao “defeito” e à “falha”, que

- a) o “defeito” impede o funcionamento de um equipamento, porém a “falha” não impede seu funcionamento.
- b) a “falha” impede o funcionamento de um equipamento, porém o “defeito” não impede seu funcionamento.
- c) o “defeito” e a “falha” impedem o funcionamento do equipamento.
- d) tanto o “defeito” como a “falha” não impedem o funcionamento do equipamento.
- e) o “defeito” e a “falha” podem impedir ou não o funcionamento do equipamento, dependendo de sua gravidade.



## Comentário:

Esta questão é bastante simples, mas pode gerar certos questionamentos quanto a seu gabarito.

Vejamos as definições de falha e defeito segunda a NBR-5462:

**Falha** - Término da capacidade de um item desempenhar a função requerida.

- a) Depois da falha, o item tem uma pane.
- b) A "falha" é um evento; diferente de "pane" que é um estado.
- c) Este conceito, como definido, não se aplica a itens compostos somente por software.

**Defeito** - Qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos.

- a) Os requisitos podem, ou não, ser expressos na forma de uma especificação.
- b) Um defeito pode, ou não, afetar a capacidade de um item em desempenhar uma função requerida.

Note que por essa definição a falha impede o funcionamento de um equipamento já o defeito pode ou não afetar a capacidade de um equipamento desempenhar sua função. Vamos analisar cada uma das alternativas.

A **alternativa A** está incorreta, pois segundo a NBR a falha impede o funcionamento de um equipamento e o defeito pode ou não impedir o seu funcionamento.

A **alternativa B** está CORRETA e é o gabarito da questão. Este é o gabarito da questão segundo a banca, contudo, segundo a NBR-5462, não é possível se afirmar que um defeito não impede que um item deixe de desempenhar sua função. Logo, esta alternativa, ao meu ver, deveria trazer o seguinte texto: a "falha" impede o funcionamento de um equipamento, porém o "defeito" pode, ou não, impedir seu funcionamento.

A **alternativa C** está incorreta, pois não podemos afirmar que tanto uma falha quanto um defeito impedem o funcionamento de um equipamento.

A **alternativa D** está incorreta, pois a falha impede o funcionamento de um equipamento.

A **alternativa E** está incorreta, pois somente o defeito pode ou não impedir o funcionamento de um equipamento. A falha impede o equipamento de desempenhar sua função.



## 20. (FCC/EMAE-2018) Sobre os tipos de manutenção preditiva e preventiva, considere:

- I. Ambas são planejadas.
- II. Ambas causam necessariamente parada no processo de produção.
- III. A preditiva leva em consideração as condições reais de funcionamento de máquinas por meio de inspeções sistemáticas.
- IV. A preventiva é realizada em conformidade com um cronograma baseado em históricos ou recomendações do fabricante.

Está correto o que consta APENAS em

- a) I e II.
- b) I, III e IV.
- c) I, II e III.
- d) II e IV.
- e) III e IV.

### Comentário:

Vamos analisar cada um dos itens.

O **item I** está correto, pois tanto a manutenção preventiva quanto a manutenção preditiva são planejadas de acordo com as necessidades e exigências do item e do sistema produtivo.

O **item II** está incorreto, pois a manutenção preditiva pode ser realizada sem a necessidade de paradas no processo de produção, sendo feita com o equipamento analisado em funcionamento.

O **item III** está correto. Através da manutenção preditiva é realizado um monitoramento de parâmetros do equipamento analisado em funcionamento através de inspeções sistematizadas e com a utilização de instrumentos específicos.

O **item IV** está correto, uma vez que a manutenção preventiva consiste em intervenções realizadas em prazos de tempo que são definidos de acordo com o histórico do equipamento e/ou recomendações do fabricante.

Portanto, a **alternativa B** está CORRETA e é o gabarito da questão.

## 21. (FGV/ALERO-2018) Assinale a opção que indica, em engenharia de manutenção, o conceito de manutenibilidade.

- a) É a possibilidade de se realizar a manutenção de determinado sistema, caso ocorra alguma falha funcional.



- b) É a probabilidade de restabelecer um sistema às suas condições de funcionamento especificadas, no tempo desejado.
- c) É a probabilidade de que um equipamento opere com sucesso por um período de tempo especificado, sob condições pré-determinadas.
- d) É a probabilidade de que, uma vez em atividade, um sistema permaneça operacional durante um intervalo de tempo pré-determinado.
- e) É a porcentagem do tempo em que um equipamento está em manutenção preventiva, para evitar a ocorrência de falhas no futuro.

### Comentário:

Segundo a NBR-5462 **manutenabilidade é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas**, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.

Outro conceito adotado para a manutenabilidade ou mantenabilidade (do inglês *Maintenability*) é que a esta é a característica de um equipamento, máquina ou sistema que permite, com maior ou menor facilidade, a realização de procedimentos de manutenção. Vamos analisar cada uma das alternativas.

Logo, a **alternativa B** está CORRETA e é o gabarito da questão. Note que as demais alternativas estão incorretas, pois não citam a capacidade de reestabelecer ou recolocar o sistema em condições de funcionamento. Além disso, as alternativas A, C, D e E também não citam a manutenabilidade como uma característica de um sistema que permite a realização de procedimentos de manutenção.

### 22. (FCC/EMAE-2018) A manutenção tipicamente preditiva é

- a) aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação, atuando-se com base na modificação de parâmetro de condição ou desempenho do equipamento, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.
- b) intervenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha, ou seja, é o conjunto de serviços de inspeções sistemáticas, ajustes, conservação e eliminação de defeitos, visando a evitar falhas.
- c) a prestação de serviços de manutenção preestabelecidos através de programação (sistemática, lubrificação, inspeção ou rotina), definidas por unidades de calendário (dia, semana) ou por unidade não-calendário (horas de funcionamento, quilômetros rodados, etc.).
- d) realizada em conformidade com um cronograma ou com índices de funcionamento da máquina. Normalmente, o período de revisão é baseado em históricos ou recomendações do fabricante.



Enquadram-se nessa categoria as revisões sistemáticas do equipamento, as lubrificações periódicas, os planos de inspeção de equipamentos e os planos de calibração e de aferição de instrumentos.

e) resultado de uma inspeção regular, que identifica a falha a tempo da manutenção ser planejada e programada, então, realizada durante uma parada de rotina da planta industrial.

### Comentário:

A **alternativa A** está CORRETA e é o gabarito da questão. Uma vez que manutenção preditiva é aquela fundamentada em um acompanhamento sistemático, que atua com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho de um item.

As **alternativas B, C e D** estão incorretas, pois estas relatam características de manutenção preventiva.

A **alternativa E** está incorreta, pois a manutenção corretiva programada é resultado de uma inspeção regular, que identifica a falha a tempo da manutenção ser planejada e programada, então, realizada durante uma parada de rotina da planta industrial.

### 23. (CEPS UFPA/UFPA-2018) Quanto à teoria de manutenção, considere as afirmativas seguintes.

I A Manutenção preditiva é uma metodologia utilizada para assegurar que qualquer item, sistema ou processo mantenha suas funções, controlando os riscos de segurança e integridade ambiental, a qualidade e a economia por meio de políticas de manutenção existentes.

II Na Manutenção Centrada na Confiabilidade, os grupos de trabalho tornam-se voltados para a melhoria dos índices de confiabilidade dos equipamentos, concentrando esforços naquelas máquinas que são consideradas prioridades dentro da estrutura da fábrica.

III A Manutenção Preditiva é também conhecida como manutenção baseada na condição: com a utilização de técnicas de inspeção é possível monitorar a evolução do estado do equipamento e atuar no momento mais adequado.

IV A Manutenção Preventiva com base no tempo (MP) consiste em reparar ou substituir componentes de uma máquina em intervalos fixos de tempo, mesmo que a máquina esteja funcionando de forma satisfatória.

Estão corretas

- a) I e II, somente.
- b) II e III, somente.
- c) I, III e IV, somente.
- d) II, III e IV, somente.
- e) I, II, III e IV.



## Comentário:

Vamos analisar cada um dos itens.

O **item I** está correto. Manutenção preditiva é aquela fundamentada em um acompanhamento sistemático, que atua com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho de um item, controlando os riscos de segurança e integridade ambiental, a qualidade e a economia por meio de políticas de manutenção existentes.

O **item II** está correto. A manutenção centrada na confiabilidade é um processo utilizado para definir os requisitos de manutenção de qualquer item físico dentro de seu contexto de operação. Ela define a melhor forma de se realizar a manutenção de modo a prevenir a falha ou minimizar as perdas decorrentes desta, ou seja, ela é voltada para a melhoria da confiabilidade dos equipamentos, dando prioridade as principais máquinas dentro de uma empresa.

O **item III** está correto. Tecnicamente falando a manutenção preditiva é aquela na qual inspeções periódicas, para análise de temperatura, vibração, ruído excessivo etc. são observados através de instrumentos específicos. Com esta análise é possível conhecer as reais condições de operação do equipamento e acompanhar a evolução de um defeito.

O **item IV** está correto. Manutenção preventiva é a atuação baseada em intervalos de tempos definidos, para se evitar ou diminuir as falhas ou queda no desempenho de um item independentemente se este esteja em condições de operação.

Logo a **alternativa E** está correta e é o gabarito da questão.

**24.(COPS UEL/Fomento-PR-2018) Uma das questões básicas contempladas em programas de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) são as ações voltadas para impedir a ocorrência de falhas. Entre as tarefas pró-ativas da gestão de falhas, destaca-se a recuperação ou a substituição de um equipamento, ou um componente, orientada pela condição ou desgaste, reduzindo os custos envolvidos nas atividades de manutenção. Assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a definição desse tipo de manutenção.**

- a) Corretiva.
- b) Preditiva.
- c) Preventiva.
- d) Paliativa.
- e) Reativa.

## Comentário:



Sempre que um enunciado de questão citar a manutenção baseada no desgaste, orientada pelo desgaste ou monitoramento de um equipamento você já deverá relacionar a manutenção preditiva, claro que você deve ler atentamente o restante para ver se não se trata de uma pegadinha.

A **alternativa A** está incorreta, pois a manutenção corretiva é a atividade para a correção da falha ou do desempenho inferior ao esperado.

A **alternativa B** está correta e é o gabarito da questão. A manutenção preditiva é aquela na qual inspeções periódicas, para análise de temperatura, vibração, ruído excessivo etc. são observados através de instrumentos específicos. Com esta análise é possível conhecer as reais condições de operação do equipamento e acompanhar a evolução de um defeito.

A **alternativa C** está incorreta, pois a manutenção preventiva é a atuação baseada em intervalos de tempos definidos, para se evitar ou diminuir as falhas ou queda no desempenho de um item.

As **alternativa D e E** estão incorretas, uma vez que manutenção paliativa e reativa são subdivisões da manutenção corretiva.

**25.(FGV/ALERJ - 2018) Nas indústrias, a manutenção de equipamentos se divide, basicamente, em dois grandes grupos: a manutenção planejada e a não planejada.**

**Um tipo de manutenção não planejada é:**

- a) terotecnologia;
- b) manutenção preditiva;
- c) manutenção preventiva;
- d) manutenção corretiva;
- e) TPM (Manutenção Produtiva Total).

**Comentário:**

A **alternativa A** está incorreta. A terotecnologia é a uma ciência dedicada a confiabilidade e durabilidade de recursos físicos que também leva em conta processos de instalação, comissionamento, manutenção, modificação e substituição de peças. Assim, uma grande parte da terotecnologia é voltada para compreender o papel da manutenção, não sendo esta um tipo de manutenção planejada.

As **alternativas B, C e E** estão incorretas, pois estas são tipos de manutenção planejada.

A **alternativa D** está CORRETA e é o gabarito da questão. A manutenção corretiva é um tipo de manutenção classificada como não planejada, sendo realizada após a ocorrência da falha.





## LISTA DE QUESTÕES

1. (CEBRASPE/ TJ ES-2023) Considerando as metodologias e os conceitos de manutenção, bem como as normas relacionadas a esse assunto, julgue o próximo item.

A manutenção preventiva difere da preditiva na medida em que a primeira está baseada em manutenções planejadas e com rotinas definidas, ao passo que a segunda está baseada em dados coletados por meio de monitoração ou inspeções.

2. (CEBRASPE/PETROBRAS-2023) A respeito de manutenção e comissionamento, julgue o próximo item.

A análise de vibrações e o monitoramento de ruídos são exemplos de atividades de rotina de manutenção preditiva.

3. (CEBRASPE/PETROBRAS-2023) A respeito de manutenção e comissionamento, julgue o próximo item.

Nos mancais de um eixo rotativo, a troca do óleo cujo prazo de validade esteja quase vencido constitui exemplo de atividade de manutenção corretiva.

4. (CEBRASPE/PETROBRAS-2023) Em relação aos diferentes modelos adotados na gestão de manutenção de equipamentos, julgue o item a seguir.

A manutenção preventiva é mais indicada que a corretiva no que diz respeito a equipamentos cuja disponibilidade deva ser maximizada, pois possibilita a redução do tempo de paradas não programadas dos equipamentos.

5. (CEBRASPE/PETROBRAS-2023) Em relação aos diferentes modelos adotados na gestão de manutenção de equipamentos, julgue o item a seguir.

A substituição de algum componente para reestabelecer o correto funcionamento de determinado equipamento após a detecção de falha durante a operação caracteriza o modelo de manutenção preditiva.



6. (CEBRASPE/DATAPREV-2023) Com relação às atividades de engenharia de manutenção, julgue o item a seguir.

O monitoramento do funcionamento de um motor elétrico, por meio da medição da temperatura da carcaça, possibilita a realização de ações de manutenção preditiva.

7. (CESGRANRIO/PETROBRAS/2017) Conjunto estruturado de conhecimentos, práticas, procedimentos e habilidades aplicáveis de forma integrada a uma instalação, visando a torná-la operacional, dentro dos requisitos de desempenho desejados, tendo como objetivo central assegurar a transferência da instalação da Executante para a Unidade Operacional de forma rápida, ordenada e segura, certificando sua operabilidade em termos de desempenho, confiabilidade e rastreabilidade de informações.

Disponível em: <<http://pt.slideshere.net/jorgemartins16/M-0858>>.

Acesso em: 25 ago. 2017.

A etapa ou o processo ao qual o texto acima pode ser associado é

- A) instalação
- B) comissionamento
- C) certificação
- D) credenciamento
- E) operação

8. (CESGRANRIO/TRANSPETRO - 2018) A manutenção planejada indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação, prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado, atuando com base na modificação de parâmetro de condição ou desempenho do equipamento.

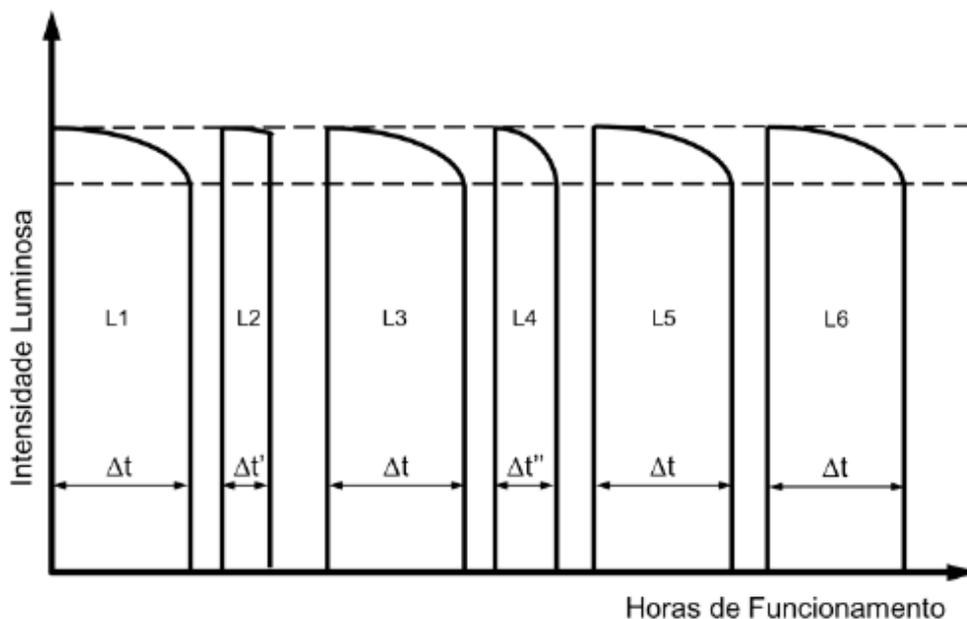
O tipo de manutenção que obedece a essa sistemática é denominada

- a) corretiva
- b) detectiva



- c) preditiva
- d) preventiva
- e) produtiva total

9. (CESGRANRIO/TRANSPETRO - 2018) Em uma sala de convenções, um técnico acompanha a vida útil da lâmpada do projetor para que a mesma não queime durante uma apresentação. Para isso, utiliza o registro da intensidade luminosa, usada como indicador de desempenho, e do tempo, em horas, que o projetor permanece ligado. O registro é feito na forma de gráfico, conforme exibido na Figura abaixo.



Em relação aos intervalos de tempo  $\Delta t$  (L1, L3, L5 e L6),  $\Delta t'$  (L2) e  $\Delta t''$  (L4), tal gráfico representa, respectivamente, manutenções

- a) preventiva, corretiva planejada, preditiva
- b) preventiva, corretiva planejada, corretiva não planejada
- c) preventiva, corretiva não planejada, corretiva planejada
- d) preditiva, corretiva planejada, corretiva não planejada
- e) preditiva, preventiva, corretiva não planejada

10. (CESGRANRIO/ LIQUIGÁS - 2018) Uma empresa de transporte e armazenamento de líquidos possui um departamento responsável pela manutenção, que mantém o registro de todas as máquinas em um banco de dados, onde são encontradas todas as intervenções realizadas em cada equipamento e o tempo de parada.

Em um segundo banco de dados, encontram-se todos os manuais. Dessa maneira, a manutenção dos equipamentos segue um padrão previamente esquematizado, em que são estabelecidas



paradas periódicas. Essas paradas são baseadas em intervalos definidos de tempo e têm a finalidade de assegurar o funcionamento perfeito das máquinas, aproveitando-as totalmente durante sua vida útil, reduzindo o custo de operações e evitando a ocorrência de falhas.

O conceito empregado pelo departamento da empresa é o de manutenção

- a) corretiva não planejada
- b) corretiva planejada
- c) preventiva
- d) preditiva
- e) detectiva

11. (DIRENS Aeronáutica/CIAAR-2017) Uma indústria possui 5 compressores. A cada 1000 horas de funcionamento, um dos compressores é parado para manutenção, enquanto os demais ficam em funcionamento para suprir a demanda de ar da linha de produção. Qual é o tipo de estratégia de manutenção adotada por essa indústria visando o funcionamento dos compressores?

- a) Preditiva
- b) Corretiva
- c) Autônoma
- d) Preventiva

12. (FUNDATEC/ ALERS - 2018) Levando em consideração os conceitos e a aplicabilidade da manutenção preditiva, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) A manutenção preditiva nada mais é do que uma manutenção preventiva baseada na condição do equipamento.
- b) A manutenção preditiva permite o acompanhamento do equipamento através de medições realizadas quando ele estiver em pleno funcionamento, o que possibilita uma maior disponibilidade, já que este vai sofrer intervenção somente quando estiver próximo de um limite estabelecido previamente pela equipe de manutenção.
- c) Para que seja estabelecido esse tipo de manutenção, o equipamento, sistema ou instalação deve permitir algum tipo de monitoramento.
- d) As falhas devem ser originadas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada.
- e) Os custos envolvidos no processo de monitoramento, de reparo e de horas-máquina inativas normalmente são muito maiores que os custos de manutenção corretiva, por isso, esse tipo de manutenção é pouquíssimo utilizado.



13.(CEV UECE/ Pref. Sobral - 2018) Um gestor de uma oficina mecânica de grande porte, ao adquirir uma nova central de ar comprimido composta por vários compressores alternativos, encaminhou os manuais dos fabricantes ao responsável pela manutenção, para que fosse elaborado o cronograma de inspeções e trocas de componentes e fluidos com vida útil pré-estabelecida, com base nas informações do fabricante, estabelecendo assim os procedimentos correspondentes ao plano de manutenção

- a) corretiva.
- b) preventiva.
- c) detectiva.
- d) preditiva.

14.(FUNDEP/INB - 2018) Troca de óleo programada, troca de um fusível queimado, controle semanal do desgaste dos pneus e avaliação da voltagem de um quadro de baterias automotivas utilizando um multímetro caracterizam, respectivamente, os processos de manutenção:

- a) preventiva, corretiva, preditiva e preditiva.
- b) preventiva, corretiva, corretiva e preditiva.
- c) preditiva, corretiva, corretiva e corretiva.
- d) preditiva, preventiva, corretiva e corretiva.

15.(FUNDEP/INB - 2018) Considerando os diversos tipos de manutenção, analise as afirmativas a seguir e assinale com V as verdadeiras e com F as falsas.

- ( ) A manutenção emergencial será mais necessária quanto maiores forem os custos de falhas.
- ( ) Na manutenção preventiva, podem ocorrer danos durante as partidas e paradas.
- ( ) A manutenção corretiva planejada é a correção de falhas ou de desempenho menor que o esperado, por decisão gerencial.
- ( ) Para a adoção da manutenção preventiva, o equipamento deve permitir algum tipo de monitoramento.

Assinale a sequência CORRETA.

- a) F F V V
- b) V F V F
- c) F V V F
- d) V V F V

16.(FGV/ALERO-2018) Apresenta-se a seguir a nomenclatura utilizada em 4 tipos de manutenção:

- I. Manutenção de parada



- II. Manutenção de quebra
- III. Manutenção baseada no tempo
- IV. Manutenção baseada nas condições

A manutenção preventiva combina as formas de manutenção dos tipos

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) I e IV.
- d) II e III.
- e) III e IV.

**17.(FGV /ALERJ-2017) O objetivo global da manutenção produtiva total (TPM) é a melhoria da estrutura da empresa em termos materiais e humanos e, assim, melhorar o rendimento operacional global.**

**Uma medida a ser tomada para implementação desse programa é:**

- a) assegurar que a manutenção dos equipamentos seja realizada por equipes específicas, isto é, impedir que os operadores façam manutenções voluntárias;
- b) desestimular modificações nos projetos originais das máquinas em operação, mesmo que para melhoria do rendimento;
- c) treinar os operadores das máquinas para supervisionarem e atuarem como mantenedores em primeiro nível;
- d) treinar cada mantenedor para atuar em partes específicas dos equipamentos;
- e) projetar as máquinas, idealmente, para receberem manutenção em intervalos curtos e regulares de tempo.

**18.(FADESP/BANPARÁ-2018) O sucesso de uma empresa que atua no setor industrial depende, entre outras coisas, da manutenção corretiva, preventiva e preditiva de equipamentos e máquinas. Sobre a manutenção preditiva é correto afirmar que**

- a) estimula a possibilidade de falhas e programa reparos ou recondiçõamentos das máquinas. Dessa forma, reduz a probabilidade de avarias ou degradação de serviços prestados. Trata-se de uma intervenção programada, que ocorre antes do surgimento de uma falha.
- b) ocorre quando já há desgastes ou falhas nos equipamentos, substituindo-se as peças e os componentes afetados. Trata-se de um conjunto de procedimentos que visam corrigir, restaurar e recuperar a capacidade de produção de uma instalação ou equipamento que tenha sofrido alteração em seu funcionamento. Essa manutenção é uma técnica de gerência reativa que aguarda pela falha para determinar a ação de manutenção a ser realizada.
- c) tem como objetivo impedir que aconteçam paradas e falhas de peças e componentes de diversos tipos de máquinas e equipamentos, sejam eles automotivos, industriais, hidráulicos, entre



outros. Consiste em planejar reparos e controlar o monitoramento de maquinários. É a maneira mais adequada de evitar a interrupção das atividades, ou seja, o método mais eficaz para as empresas controlarem seus equipamentos sem necessitar desligá-los ou mesmo perdê-los por falta de manutenção.

d) é uma metodologia, isto é, uma filosofia corporativa, conhecida como técnica de manutenção com base no estado do equipamento. Essa manutenção faz o acompanhamento periódico das máquinas, baseando-se na análise de dados coletados por meio de monitoramentos ou inspeções em campo. Seu principal objetivo é a verificação pontual dos equipamentos a fim de antecipar eventuais problemas que possam causar gastos maiores com outros modelos de manutenção.

e) tem como objetivo impedir que aconteçam paradas e falhas de peças e componentes de diversos tipos de máquinas e equipamentos, sejam eles automotivos, industriais, hidráulicos, entre outros. Consiste em planejar reparos e controlar o monitoramento de maquinários. É a maneira mais adequada de evitar a interrupção das atividades, ou seja, o método mais eficaz para as empresas controlarem seus equipamentos, necessitando desligá-los ou mesmo perdê-los por falta de manutenção.

**19.(FGV/ALERO-2018) Segundo terminologia recomendada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT para os serviços de manutenção, pode-se dizer, em relação ao “defeito” e à “falha”, que**

- a) o “defeito” impede o funcionamento de um equipamento, porém a “falha” não impede seu funcionamento.
- b) a “falha” impede o funcionamento de um equipamento, porém o “defeito” não impede seu funcionamento.
- c) o “defeito” e a “falha” impedem o funcionamento do equipamento.
- d) tanto o “defeito” como a “falha” não impedem o funcionamento do equipamento.
- e) o “defeito” e a “falha” podem impedir ou não o funcionamento do equipamento, dependendo de sua gravidade.

**20.(FCC/EMAE-2018) Sobre os tipos de manutenção preditiva e preventiva, considere:**

- I. Ambas são planejadas.
- II. Ambas causam necessariamente parada na processo de produção.
- III. A preditiva leva em consideração as condições reais de funcionamento de máquinas por meio de inspeções sistemáticas.
- IV. A preventiva é realizada em conformidade com um cronograma baseado em históricos ou recomendações do fabricante.

Está correto o que consta APENAS em

- a) I e II.
- b) I, III e IV.



- c) I, II e III.
- d) II e IV.
- e) III e IV.

**21.(FGV/ALERO-2018) Assinale a opção que indica, em engenharia de manutenção, o conceito de manutenibilidade.**

- a) É a possibilidade de se realizar a manutenção de determinado sistema, caso ocorra alguma falha funcional.
- b) É a probabilidade de restabelecer um sistema às suas condições de funcionamento especificadas, no tempo desejado.
- c) É a probabilidade de que um equipamento opere com sucesso por um período de tempo especificado, sob condições pré-determinadas.
- d) É a probabilidade de que, uma vez em atividade, um sistema permaneça operacional durante um intervalo de tempo pré-determinado.
- e) É a porcentagem do tempo em que um equipamento está em manutenção preventiva, para evitar a ocorrência de falhas no futuro.

**22.(FCC/EMAE-2018) A manutenção tipicamente preditiva é**

- a) aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação, atuando-se com base na modificação de parâmetro de condição ou desempenho do equipamento, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.
- b) intervenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha, ou seja, é o conjunto de serviços de inspeções sistemáticas, ajustes, conservação e eliminação de defeitos, visando a evitar falhas.
- c) a prestação de serviços de manutenção preestabelecidos através de programação (sistemática, lubrificação, inspeção ou rotina), definidas por unidades de calendário (dia, semana) ou por unidade não-calendário (horas de funcionamento, quilômetros rodados, etc.).
- d) realizada em conformidade com um cronograma ou com índices de funcionamento da máquina. Normalmente, o período de revisão é baseado em históricos ou recomendações do fabricante. Enquadram-se nessa categoria as revisões sistemáticas do equipamento, as lubrificações periódicas, os planos de inspeção de equipamentos e os planos de calibração e de aferição de instrumentos.
- e) resultado de uma inspeção regular, que identifica a falha a tempo da manutenção ser planejada e programada, então, realizada durante uma parada de rotina da planta industrial.

**23.(CEPS UFPA/UFPA-2018) Quanto à teoria de manutenção, considere as afirmativas seguintes.**



I A Manutenção preditiva é uma metodologia utilizada para assegurar que qualquer item, sistema ou processo mantenha suas funções, controlando os riscos de segurança e integridade ambiental, a qualidade e a economia por meio de políticas de manutenção existentes.

II Na Manutenção Centrada na Confiabilidade, os grupos de trabalho tornam-se voltados para a melhoria dos índices de confiabilidade dos equipamentos, concentrando esforços naquelas máquinas que são consideradas prioridades dentro da estrutura da fábrica.

III A Manutenção Preditiva é também conhecida como manutenção baseada na condição: com a utilização de técnicas de inspeção é possível monitorar a evolução do estado do equipamento e atuar no momento mais adequado.

IV A Manutenção Preventiva com base no tempo (MP) consiste em reparar ou substituir componentes de uma máquina em intervalos fixos de tempo, mesmo que a máquina esteja funcionando de forma satisfatória.

Estão corretas

- a) I e II, somente.
- b) II e III, somente.
- c) I, III e IV, somente.
- d) II, III e IV, somente.
- e) I, II, III e IV.

**24.(COPS UEL/Fomento-PR-2018) Uma das questões básicas contempladas em programas de Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) são as ações voltadas para impedir a ocorrência de falhas. Entre as tarefas pró-ativas da gestão de falhas, destaca-se a recuperação ou a substituição de um equipamento, ou um componente, orientada pela condição ou desgaste, reduzindo os custos envolvidos nas atividades de manutenção. Assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a definição desse tipo de manutenção.**

- a) Corretiva.
- b) Preditiva.
- c) Preventiva.
- d) Paliativa.
- e) Reativa.

**25.(FGV/ALERJ - 2018) Nas indústrias, a manutenção de equipamentos se divide, basicamente, em dois grandes grupos: a manutenção planejada e a não planejada.**

**Um tipo de manutenção não planejada é:**

- a) terotecnologia;
- b) manutenção preditiva;



- c) manutenção preventiva;
- d) manutenção corretiva;
- e) TPM (Manutenção Produtiva Total).



## GABARITO

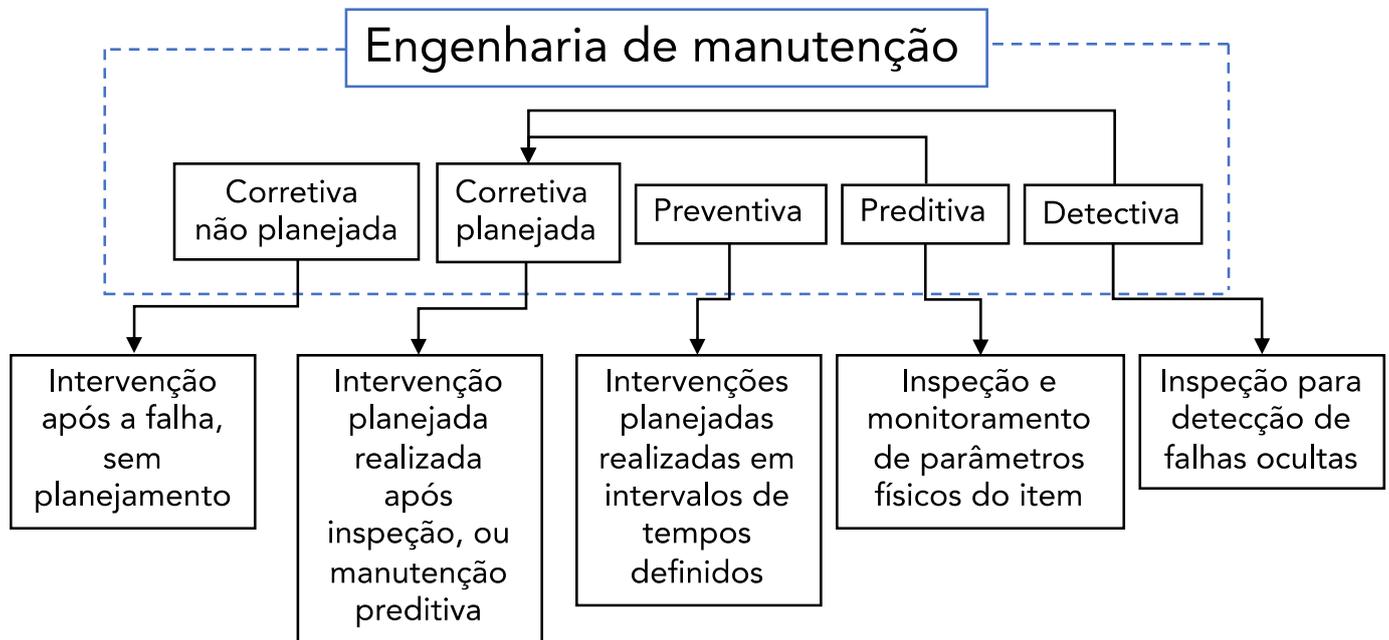
1. CORRETO	10.C	19.B
2. CORRETO	11.D	20.B
3. ERRADO	12.E	21.B
4. CORRETO	13.B	22.A
5. ERRADO	14.A	23.E
6. CORRETO	15.C	24.B
7. B	16.E	25.D
8. C	17.C	
9. C	18.D	



## RESUMO

Deixo aqui um compilado de esquemas elaborados para você lembrar e revisar os principais tópicos abordados nesta aula. :)

### Tipos de manutenção



### Manutenção Produtiva Total – TPM

#### TPM

- baseada na combinação de características da manutenção preventiva e da manutenção preditiva aliado ao treinamento dos operadores para que estes possam ajudar no monitoramento da máquina (preditiva) e também possíveis reparos como por exemplo a troca de um filtro de óleo (preventiva).

#### Pilares da TPM:

- Melhoria focada
- Manutenção autônoma
- Manutenção planejada
- Educação e treinamento
- Controle inicial
- Manutenção da qualidade
- TPM office
- Segurança ou SHE



## Curva da banheira

### CURVA DA BANHEIRA (taxa de falha no decorrer do tempo)

Fase decrescente ou mortalidade infantil

Fase constante ou vida útil

Fase crescente ou Envelhecimento

Manutenção Corretiva

Falhas precoces

Manutenção Preditiva

falhas aleatórias

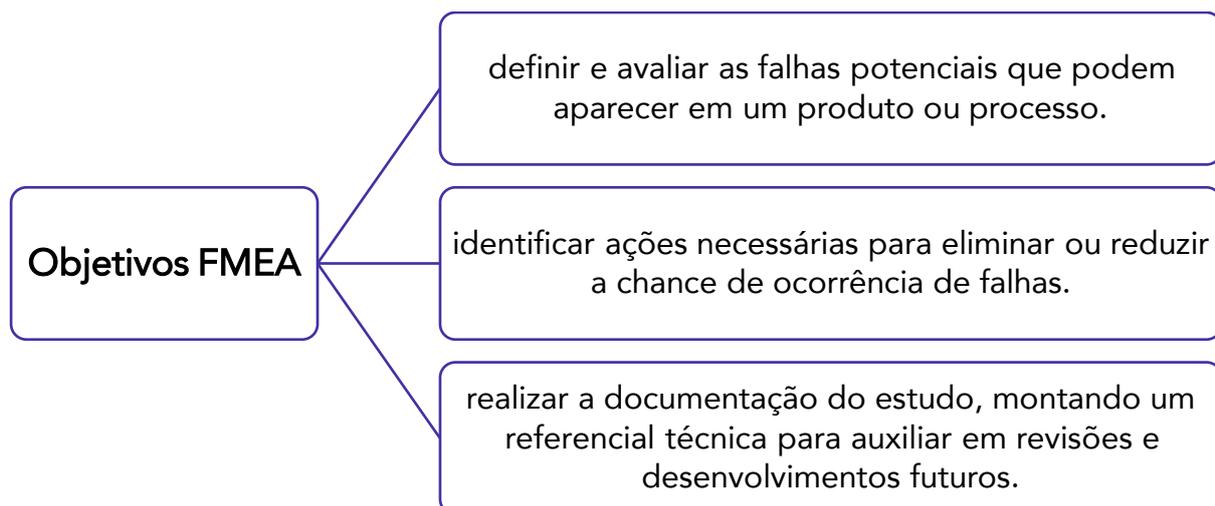
Manutenção Preventiva

Falhas de envelhecimento

## Ferramentas para aumento da confiabilidade

### Análise de Modo e Efeito de falha

FMEA – Método utilizado para prevenir falhas através de análise sistemática de produtos ou processos, para identificar e minimizar falhas potenciais e seus efeitos, identificando ações que serão usadas para impossibilitar as falhas.

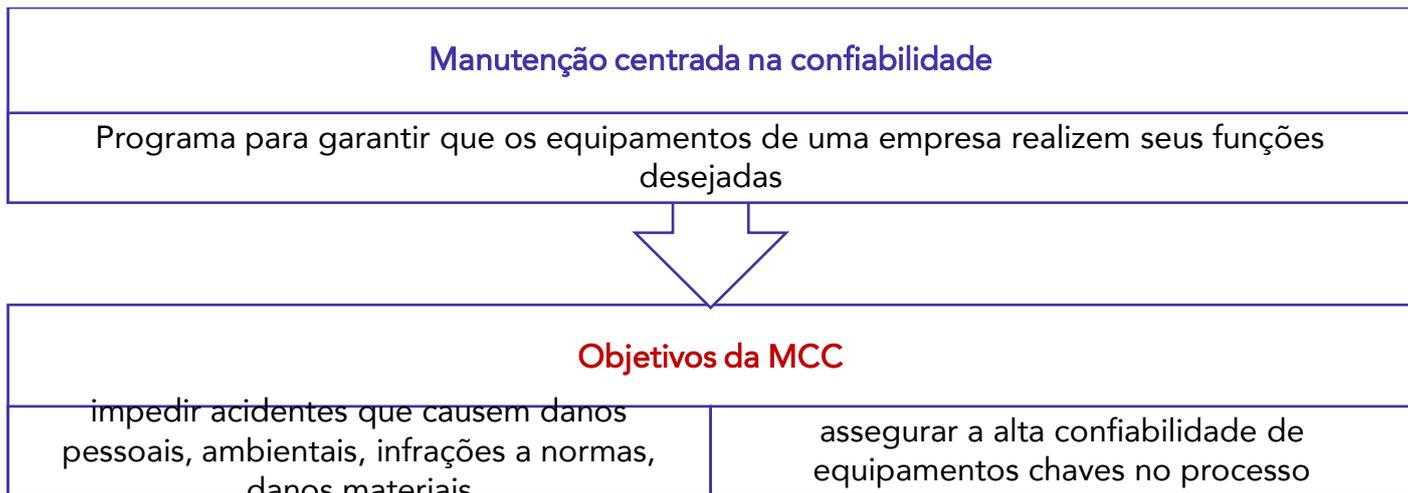


### Análise da Causa-Raiz de Falha – RCFA

RCFA - está é a sigla oriunda do inglês Root Cause Failure Analysis. Este é um método tem como princípio a busca das causas do problema para determinar ações apropriadas para se evitar que este ocorra novamente.



## Manutenção Centrada na Confiabilidade – MCC



# ESSA LEI TODO MUNDO CONHECE: PIRATARIA É CRIME.

Mas é sempre bom revisar o porquê e como você pode ser prejudicado com essa prática.



**1** Professor investe seu tempo para elaborar os cursos e o site os coloca à venda.



**2** Pirata divulga ilicitamente (grupos de rateio), utilizando-se do anonimato, nomes falsos ou laranjas (geralmente o pirata se anuncia como formador de "grupos solidários" de rateio que não visam lucro).



**3** Pirata cria alunos fake praticando falsidade ideológica, comprando cursos do site em nome de pessoas aleatórias (usando nome, CPF, endereço e telefone de terceiros sem autorização).



**4** Pirata compra, muitas vezes, clonando cartões de crédito (por vezes o sistema anti-fraude não consegue identificar o golpe a tempo).



**5** Pirata fere os Termos de Uso, adultera as aulas e retira a identificação dos arquivos PDF (justamente porque a atividade é ilegal e ele não quer que seus fakes sejam identificados).



**6** Pirata revende as aulas protegidas por direitos autorais, praticando concorrência desleal e em flagrante desrespeito à Lei de Direitos Autorais (Lei 9.610/98).



**7** Concurseiro(a) desinformado participa de rateio, achando que nada disso está acontecendo e esperando se tornar servidor público para exigir o cumprimento das leis.



**8** O professor que elaborou o curso não ganha nada, o site não recebe nada, e a pessoa que praticou todos os ilícitos anteriores (pirata) fica com o lucro.



Deixando de lado esse mar de sujeira, aproveitamos para agradecer a todos que adquirem os cursos honestamente e permitem que o site continue existindo.