PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO



DESCOMPLICADO



ENGETELES
ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Jhonata Teles Dutra

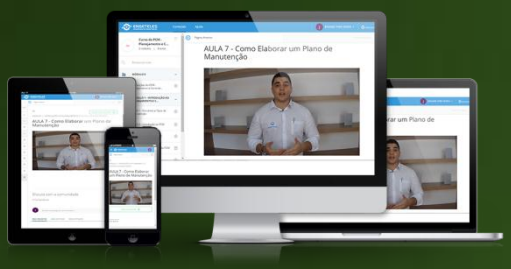
PARABÉNS!

Você GANHOU

3 AULAS GRÁTIS!

Obrigado por adquirir esse e-book!

Como forma de agradecimento, nós iremos lhe dar acesso **gratuito** a 3 aulas do nosso **Curso Online de PCM – Planejamento e Controle de Manutenção.**



CLIQUE AQUI

para acessar as 3 aulas grátis!

Quem somos?

A **ENGETELES** é uma empresa de Engenharia de Manutenção, Consultoria e Treinamentos focada melhoria de processos industriais através do desenvolvimento de pessoas. Composta por uma equipe multidisciplinar, nossos consultores tem vasta experiência nos mais variados segmentos industriais, dedicados às áreas de Manutenção, Qualidade, Produção, Saúde e Segurança do Trabalho e Meio Ambiente.



Missão



Garantir resultados sólidos e sustentáveis para clientes, sociedade, colaboradores e acionistas através do desenvolvimento de pessoas e processos industriais.

Visão

Ser uma empresa referência em desenvolvimento de pessoas, no aspecto técnico, pessoal e profissional. Contribuindo sempre para o desenvolvimento do meio industrial.



Valores

MAPEAR

Metas
Amor pelo o que faz
Pessoas
Estratégia
Autonomia
Resultados



Sumário

1. Conceitos de Manutenção 6
Significados da palavra Manutenção 6
2. Tipos de Manutenção 7
Manutenção Corretiva 7
Manutenção Preventiva 9
Manutenção Preditiva 11
3. Introdução ao PCM 1
São responsabilidades de um núcleo de PCM: 2
Objetivo do PCM 2
O PCM no organograma da empresa 3
Estrutura básica do PCM 3
Planejamento, Programação e Controle de Manutenção 4
Planejamento da Manutenção 4
Tipos de Planejamento 6
Programação da Manutenção 7
Programação Diária de Manutenção x Grande Parada 8
Controle de Manutenção 9
KPI's – Key Performance Indicators 10
Como definir um KPI? 11
Definição de KPIs e Metas 12
INDICADOR 1 - Benchmarking 13
INDICADOR 2 – Distribuição de Atividades por Tipo de Manutenção 14
INDICADOR 3 – BackLog 15
INDICADOR 4 – Cumprimento da Programação 16
INDICADOR 5 – Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) 17
INDICADOR 06 – Tempo Médio para Reparo (MTTR) 18
INDICADOR 07 – Disponibilidade 19
INDICADOR 08 – Retrabalho 20
INDICADOR 09 – Confiabilidade 21
4. Backlog 23
Gestão do Backlog. 23
5. Implantando o setor PCM 24

Os seis pilares do PCM 26
PILAR 1 – Documentação 27
PILAR 2 – Histórico 28
PILAR 3 – Padronização 30
PILAR 4 – Estratégia 32
PILAR 5 – Tecnologia 33
PILAR 6 – Informação 35
As três chaves do PCM 36
CHAVE 1 – Pessoas 36
CHAVE 2 – Processos 37
CHAVE 3 – Ativos 39
6. Matriz de Criticidade para Equipamentos 41
Criticidade A 42
Criticidade B 43
Criticidade C 44
7. Estoque para Manutenção e Custos Ótimos 45
Cálculo das Necessidades Líquidas 46
Demanda 46
Gerenciamento de Riscos 47
Custo Ótimo de Estoque 47
8. Arquivo Técnico 49
9. Inspeções Sensitivas 51
Visão 53
Olfato 53
Audição 53
Tato 53
10. Manutenção Preventiva 54
Ações Preventivas 56
Inspeção 56
Baseada no Tempo 56
Baseada na Condição 56
Organização do Pessoal de Manutenção 57
Estoque e Peças de Reposição 58
Elaboração de Procedimentos 59

11. Planos e Rotas de Lubrificação 60
Plano de Lubrificação 62
Rota de Lubrificação 64
12. Relatórios de Manutenção 65
1. Programação dos Serviços de Manutenção - dia-a-dia 66
2. Apropriação dos Recursos de Mão-de-Obra 66
3. Recursos de Mão-de-Obra Não Utilizados na Programação 66
4. Emissão das Ordens de Trabalho 66
5. Tarefas críticas 66
6. Tarefas com início breve 66
7. Tarefas que já deveriam ter sido iniciadas 66
8. Tarefas concluídas 66
9. Orçamento 66
10. Custo acumulado 66
16. Marcos Críticos (Prazo previsto da parada, Caminho Crítico, Massa Crítica) 66
13. Gestão de Custos 67
Custos Diretos 68
Custos Indiretos 68
14. Referências Bibliográficas 69

1. Conceitos de Manutenção



Ao longo do tempo a área de manutenção tem mudado significativamente e o incremento destas mudanças pode ser observado no número e na variedade das instalações produtivas, com projetos cada vez mais complexos, com exigências de conhecimento técnico em níveis cada vez maiores, o que demanda uma atualização constante dos profissionais da área de manutenção.

Uma tendência é que a área de manutenção nas empresas passa a ser considerada estratégica para os resultados dos negócios das mesmas, pois por meio da manutenção sistemática é possível antecipar-se e evitar falhas que poderiam ocasionar paradas imprevistas dos equipamentos produtivos. Da mesma forma, é possível se detectar uma situação onde haja expectativa de falha e programar-se para uma intervenção em oportunidade mais apropriada, sem prejudicar os compromissos de produção assumidos.

Significados da palavra Manutenção

Pelo dicionário:

- ***manutenção***

substantivo feminino

1. Ato ou efeito de manter (-se).
2. Despesa com a subsistência de (algo ou alguém); sustento, mantença, mantimento.

Pela norma NBR 5462:

Combinação de todas as ações técnicas e **administrativas**, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado que possa desempenhar uma função requerida.

2. Tipos de Manutenção

Existem basicamente três tipos de manutenção que são: **manutenção corretiva (não planejada e planejada), manutenção preventiva, manutenção preditiva.**

Manutenção Corretiva

Manutenção realizada em algum equipamento, componente ou dispositivo **após a falha**. Essa falha pode se manifestar de diversas formas, podendo causar a parada do equipamento, diminuir sua performance ou expor algum risco.



Quando uma avaria ocorre, a manutenção corretiva pode ser **planejada ou não planejada.** Vou explicar melhor: algumas empresas que possuem rotinas de atividades de inspeção, manutenção preditiva ou mesmo um sistema de relatos de falhas pelos operadores, podem identificar falhas em estágios iniciais e nestes casos, quando detectado um problema antecipadamente, a manutenção corretiva pode ser planejada a fim de não comprometer o cronograma de produção.

Por outro lado, a parada de um equipamento devido à falta de manutenção ou a quebra devido a manutenção preventiva mal feita, ocasiona em manutenção corretiva **não planejada** que muitas vezes precisa ser executada imediatamente. **Esta sim é a manutenção mais cara que existe na indústria e o motivo é óbvio:** se você precisa produzir e a sua máquina quebra, você está com um problema que na indústria chamamos de lucro cessante. Simplesmente você tinha uma programação que não

será cumprida e até que o equipamento seja consertado, a empresa estará perdendo dinheiro e deixando de lucrar.

As manutenções realizadas sob condições de monitoramento ou as que foram detectadas e identificadas as causas raízes antecipadamente, **podem ser planejadas e executadas em horários diferentes dos horários estabelecidos para a produção**, não interferindo no cronograma de produção e preservando a lucratividade da empresa, diferentemente do que ocorre quando o equipamento quebra repentinamente.

Uma atividade que geralmente as empresas ignoram e que é de extrema importância para a qualidade da manutenção é o fato de que após a realização da manutenção corretiva, as pessoas devem inspecionar e investigar os motivos de falha, levantando oportunidades de melhorias e implantar medidas a fim de eliminar ou reduzir a frequência de futuras falhas. As medidas podem ser a revisão dos planos de inspeção, lubrificação, manutenção preventiva e manutenção preditiva.

RESUMINDO:

Manutenção Corretiva Planejada: São aquelas manutenções realizadas com o objetivo de eliminar uma falha encontrada ainda em estágio inicial. Dessa forma, planeja-se qual é o melhor período para realizar esse tipo de atividade.

Manutenção Corretiva Não Planejada: São aquelas manutenções que ocorrem após a parada do equipamento, causada por alguma falha emergencial. Esse tipo de manutenção é o mais caro que existe.

Manutenção Preventiva

Trata-se de atuação realizada de maneira a reduzir ou evitar a falha ou a queda no desempenho do equipamento, obedecendo a um plano de manutenção preventiva previamente elaborada, baseado em intervalos definidos de tempo, sem levar em consideração o estado dos componentes ou equipamentos. **Consiste basicamente em reestabelecer as condições originais do equipamento**.



A maneira de lidar com a manutenção dos ativos industriais evoluiu fortemente com o desenvolvimento da indústria. A manutenção, que antes era feita após a avaria dos equipamentos, passou a ser planejada. Periodicidades de intervenções nos equipamentos foram definidas e a gestão da manutenção evoluiu ainda mais com a utilização de técnicas preditivas e de inspeção. Todas as ferramentas foram se desenvolvendo no sentido de proporcionar sempre o aumento da confiabilidade operacional.

A **manutenção preventiva** prolonga a vida útil das máquinas e equipamentos e consequentemente aumenta a disponibilidade das máquinas reduzindo os custos da empresa. O ideal é que o programa de manutenção preventiva possa evitar qualquer falha em máquinas e equipamentos antes que ela ocorra. A *manutenção preventiva* é aplicada pela grande maioria das empresas atualmente, apesar de ser bastante eficiente, este tipo de manutenção pode não ser a melhor alternativa. A manutenção preventiva se posiciona como sendo a segunda manutenção com maior custo na indústria,

justamente por ter periodicidade definida, ela aumenta os custos com a substituição de componentes das máquinas e com a utilização de mão-de-obra, além de que alguns tipos de componentes, quando substituídos, são mais susceptíveis a falhas no início de sua vida útil.

Para reduzir o problema de substituição de componentes sem aproveitar ao máximo a sua vida útil, a indústria acrescentou as **inspeções programadas** e **a manutenção preditiva** no processo de manutenção. Assim começou a ser levada em consideração a análise do estado dos componentes e dos dados coletados no monitoramento em chão de fábrica. O monitoramento pode ser feito tanto pelos funcionários da indústria quanto por dados reais do funcionamento da máquina oriundos de sistemas de supervisão. Com a inspeção e a manutenção preditiva, utiliza-se menos mão de obra e os componentes das máquinas são utilizados ao máximo, reduzindo as paradas programadas das máquinas e aumentando a confiabilidade. As paradas deixam de ser programadas e começam a ser planejadas.

A evolução da manutenção tem como premissa a redução de custos baseadas na produtividade, quebra de máquinas e redução do tempo de parada das máquinas. Embora seja um conhecimento difundido, muitas empresas tem dificuldade em calcular o custo de paradas das máquinas. Isto pode acontecer devido a falta de informação ou mesmo por questão da complexidade dos equipamentos instalados. Há ainda o problema em algumas indústrias de que os programas de manutenção preventiva e preditiva não conseguem cobrir todos os equipamentos e máquinas disponíveis.

RESUMINDO:

A **Manutenção Preventiva** é aquela realizada a partir de um cronograma montado com o objetivo de prevenir falhas, antecipando os serviços de manutenção.

Manutenção Preditiva

Também é conhecida como manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento. É baseada na tentativa de definir o estado futuro de um equipamento ou sistema, por meio dos dados coletados ao longo do tempo por uma instrumentação específica, verificando e analisando a tendência de variáveis do equipamento.



Esses dados coletados, por meio de medições em campo como **temperatura, vibração, análise físico-química de óleos, ultra-som e termografia**, permitem um diagnóstico preciso. Esse tipo de manutenção caracteriza-se pela previsibilidade da deterioração do equipamento, prevenindo falhas por meio do monitoramento dos parâmetros principais, com o equipamento em funcionamento.

Os conceitos e aplicações da Manutenção Preditiva já estão inseridos nos conceitos de manutenção há muito tempo, se efetivou como importante ferramenta de produtividade a partir dos anos 70, sendo que sua evolução vem se destacando desde meados dos anos 90 conforme estudiosos das áreas de manutenção.

Manutenção preditiva é um método aplicado na área de manutenção com a finalidade de indicar as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que

informam o seu desgaste ou processo de degradação. Visto então que a proposta da manutenção preditiva é fazer o monitoramento regular das condições mecânicas, eletrônicas, pneumáticas, hidráulicas e elétricas dos equipamentos e instalações e, ainda, monitorar o rendimento operacional de máquinas, equipamentos e instalações quanto a seus processos.

Como resultado desse monitoramento, observa-se um aumento dos intervalos dos reparos por quebras (manutenção corretiva) e dos reparos programados (manutenção preventiva), bem como um aumento de rendimento no processo produtivo, uma vez que equipamentos e instalações estarão disponíveis por um tempo maior para a operação.

Portanto trata-se de uma modalidade de manutenção que prediz o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições para que esse tempo de vida seja bem aproveitado.

Objetivos da manutenção preditiva

1. Determinar antecipadamente a necessidade de serviços de manutenção numa peça ou componente específico de uma máquina ou equipamento;
2. Eliminar desmontagens desnecessárias para inspeção;
3. Aumentar o tempo de disponibilidade das máquinas e equipamentos;
4. Reduzir as intervenções de corretiva;
5. Impedir o aumento dos danos;
6. Aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento;
7. Aumentar o grau de confiabilidade das máquinas e equipamentos.

Com base nos objetivos descritos acima podemos deduzir que eles estão direcionados a trazer como resultado uma redução de custos de manutenção e aumento da produtividade.

Para ser realizada a manutenção preditiva é necessária a utilização de aparelhos adequados, capazes de registrar vários fenômenos, tais como:

1. Vibrações das máquinas;
2. Alterações de temperatura;
3. Contaminação de óleos;
4. Estado de superfícies;
5. Alterações de pressão.

Com base no conhecimento e análise dos fenômenos, torna-se possível indicar, com antecedência, eventuais defeitos ou falhas nas máquinas e equipamentos, após isso a manutenção preditiva adota dois procedimentos para atacar os problemas detectados:

- **Diagnóstico:** Detectada a irregularidade, será necessário efetuar um diagnóstico referente à origem e à gravidade do defeito constatado.
- **Análise da tendência da falha:** A análise consiste em prever com antecedência a avaria ou a quebra e programar o reparo.

Algumas técnicas ou métodos da Manutenção Preditiva

1. Análise de vibrações;
2. Termografia;
3. Ferrografia;
4. Ultrassonografia;
5. Análise de pressões.

3. Introdução ao PCM

O setor de PCM – Planejamento e Controle de Manutenção pode ser considerada a célula mais importante da manutenção, esse setor é responsável por gerenciar e controlar todas as atividades de manutenção de uma determinada empresa. Todos os dados relativos à manutenção são administrados pelo PCM, como custos, tempo de manutenção, estado de conservação dos equipamentos, índices de disponibilidade, tempo médio entre falhas, dentre outros.



Esse núcleo engloba o conjunto de atividades da Manutenção relacionadas ao Planejamento, Aprovisionamento de Materiais e Sobressalentes, Programação, Coordenação e Controle dos serviços. Deve estar integrado ao Modelo de Gestão e participar de modo orientado dos projetos em que as Diretrizes são desdobradas para o atingimento das Metas. Assim estão procedendo as empresas que caminham para a classificação "classe mundial".

Como essas atividades não têm o mesmo significado em todas as empresas, à medida que formos avançando nos temas, vamos tentando consolidar nossos conceitos sobre elas.

São responsabilidades de um núcleo de PCM:

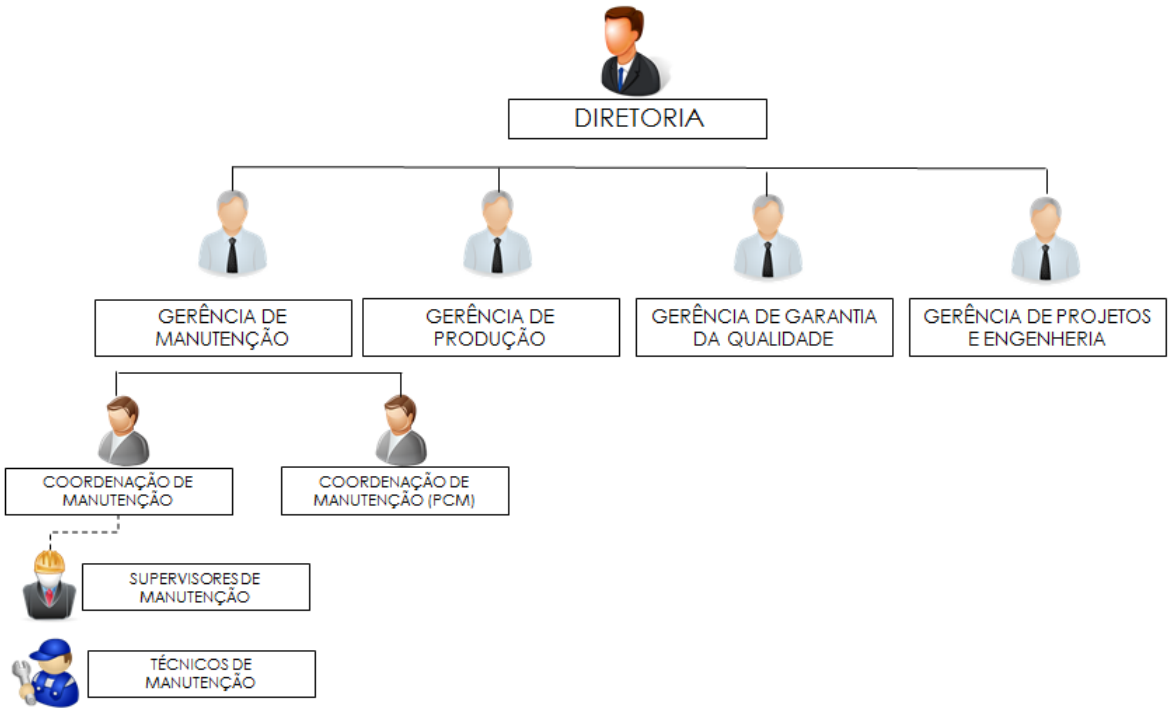
- A definição de metas e dos indicadores de desempenho das atividades de manutenção;
- Criação de Padrões e Procedimentos de Trabalho para a manutenção;
- O detalhamento dos planos de ação para atingimento das metas;
- Gerenciar os planos de Inspeção, Manutenção Preventiva, Preditiva e Lubrificação;
- Incorporar novas tecnologias de Inspeção e Manutenção Preditiva;
- Representar a Manutenção na interface com a Engenharia de Novos Projetos;
- Gerenciar o programa sistemático de capacitação do pessoal da Manutenção;
- Controlar a documentação Técnica da Manutenção;
- Coordenar o programa de Análise de Falhas;
- Controlar os Padrões e Procedimentos de Trabalho da Manutenção;
- Responsabilizar-se pelos projetos de manutenibilidade da manutenção;
- Controlar a contratação de serviços de Terceiros;
- Controlar e gerenciar os custos da manutenção;

Objetivo do PCM

Participar da garantia da **CONFIABILIDADE e DISPONIBILIDADE** dos ativos, otimizando todos os recursos da manutenção.



O PCM no organograma da empresa

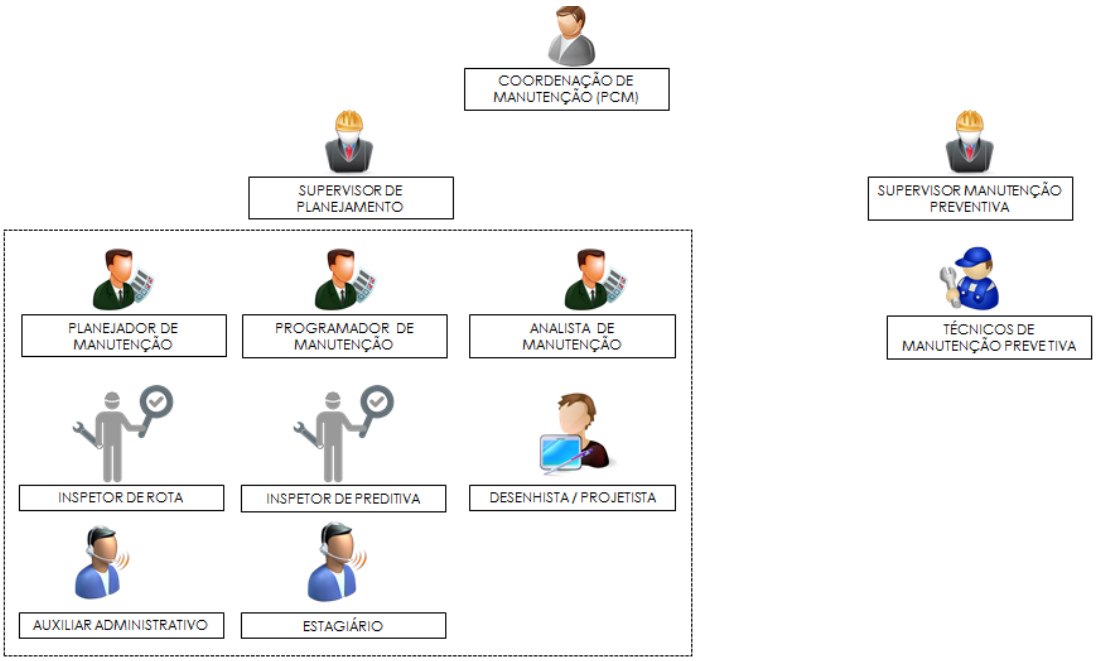


Estrutura básica do PCM

A estrutura física e lógica do PCM é influenciada diretamente pelo tamanho da empresa, pela área de atuação da manutenção e pela quantidade de ativos à disposição da manutenção. Não existe uma norma definida para padronizar a estrutura de PCM de uma empresa, geralmente essa estrutura é definida de acordo com a demanda.

O quadro de funcionários do PCM geralmente composto por:

- Coordenador de Manutenção;
- Supervisores de Manutenção;
- Planejadores de Manutenção;
- Programadores de Manutenção;
- Analistas de Manutenção;
- Inspetores de Manutenção Preditiva;
- Inspetores de Manutenção e Rota;
- Técnicos de Manutenção Preventiva;
- Auxiliares administrativos;
- Estagiários;
- Desenhistas Projetistas.



Planejamento, Programação e Controle de Manutenção

Planejamento da Manutenção

O planejamento dentre outras atividades exercidas na empresa também contribui para eficiência em todos os processos organizacionais. Este pode ser de longo, médio ou em curto prazo. O planejamento é o processo de determinar como a organização pode chegar onde deseja e o que fará para executar seus objetivos. Planejar é uma atividade gerencial fundamental independentemente do tipo de organização que esteja sendo gerenciado. Por meio do planejamento a empresa pode contribuir para suas expectativas futuras.

O ato de planejar é entender e considerar a situação atual para ter visão de futuro influenciando as decisões tomadas no presente e assim poder atingir determinados objetivos vindouros. Este plano pode ser traçado baseado nas informações passadas ou presentes e projetadas para o futuro seja ele curto, médio ou longo prazo.

O processo de planejamento permite elevar o grau de controle sobre o futuro dos sistemas internos e das relações com o ambiente. A organização que planeja procura antecipar-se às mudanças em seus sistemas internos e no ambiente, como forma de garantir sua sobrevivência e eficácia. Assim, fica evidenciado, o alto nível de importância que o planejamento exerce dentro das organizações, bem como, a necessidade de sua utilização de forma correta.



O planejamento pode ser visto como uma direção a ser escoltada para alcançar um objetivo desejado, salientando ainda que para planejar é necessário decisões, com base em objetivos, fatos e estimativa do que poderia ocorrer em cada alternativa escolhida.

O Planejamento define basicamente:

- ✓ O que fazer;
- ✓ Por que fazer;
- ✓ Como fazer;
- ✓ Quem deve fazer;
- ✓ Com o que vai fazer.

Tipos de Planejamento

No contexto organizacional o planejamento está dividido em três âmbitos, são eles: estratégico, tático e operacional.

Estratégico	Tático	Operacional
Planejamento sistêmico das metas de longo prazo e dos meios disponíveis para alcança-las.	Empreendimentos mais limitados, prazos mais curtos, áreas menos amplas e níveis mais baixos na hierarquia da organização.	Ênfase na eficiência e praticidade, realizar atividades do cotidiano com excelência.
Demanda tempo; Demanda investimento.	Resultados Rápidos; Investimentos menores.	Baixa Complexidade; Resultados Imediatos.



Grandes Projetos.



Projetos de pequeno porte.



Tarefas Cotidianas.



Programação da Manutenção

Os serviços de manutenção na indústria demandam uma análise complexa para o programador, pois envolvem várias atividades paralelas, tratando com profissionais de formação diferentes, equipamentos, ferramentas especiais, dispositivos de segurança, equipamentos de movimentação de carga, e materiais diversos. Esta complexidade não é passível de ser tratada apenas pela mente humana usando recursos básicos, como papel e caneta como foram durante muito tempo.



O advento dos softwares de manutenção, das planilhas eletrônicas e de softwares de gerenciamento de projetos permitiu um avanço significativo, cobrindo uma boa parte das situações encontradas nos serviços de manutenção. A avaliação da capacidade existente é verificada nas planilhas eletrônicas, os softwares de gerenciamento de projetos conseguem sequenciar atividades em série e em paralelo para uma tarefa específica, e os softwares da área de manutenção permitem listar todas as tarefas de manutenção, apontar a sua periodicidade, recursos necessários, quantidade de recurso exigida para cada tarefa e a reserva de equipamentos e materiais para executá-las. Com isto consideramos que estamos cobertos totalmente. Porém quando a programação de serviços ganha dimensões maiores pela quantidade de tarefas, a solução tradicional é buscarmos mais recursos, como programadores e equipamentos, mesmo sabendo que esta capacidade de

obter recursos não é infinita. O que este trabalho pretende mostrar é que existe uma lacuna que é preenchida pela experiência dos programadores, mas a estes pouco é dado em suporte de ferramentas para que possa simular as possibilidades de solução que ele vislumbra antes de tomar uma decisão.

Programação Diária de Manutenção x Grande Parada

Grande parte da indústria brasileira utiliza na sua programação de produção os softwares de gerenciamento de projetos auxiliados pelos softwares de manutenção. Fundamentalmente um gera as tarefas previstas e o outro detalha as atividades, estabelecendo os pré-requisitos para cada etapa, o uso de recursos e se necessário a equalização dos recursos, depois são feitas as reservas de recurso no outro software.



Existe uma diferença muito grande em programar atividades rotineiras de manutenção e programar tarefas para uma grande parada para manutenção.

A Programação diária da manutenção é feita de forma sistemática, por meio de softwares ou qualquer outra ferramenta que seja capaz de manter o planejamento estimado para as tarefas de manutenção.

A programação para uma Grande Parada deve ser tratada como um projeto, pois envolvem muitas pessoas (vários setores da empresa), os custos são maiores e na maioria das vezes o cronograma é apertado. Ou seja, qualquer deslize, qualquer falha, por menor que seja, irá gerar uma série de problemas de grande porte e prejudiciais às finanças da empresa.

As grandes paradas para manutenção são implantadas por 5 fatores:

- ✓ A probabilidade de falha dos equipamentos;
- ✓ O ciclo de vida entre as paradas;
- ✓ A margem de contribuição ao negócio;
- ✓ A disponibilidade de mão-de-obra;
- ✓ O tempo de planejamento.

O cronograma deve ser estabelecido levando em conta três principais fatores:

- ✓ As necessidades da produção;
- ✓ A história de paradas similares anteriores;
- ✓ Estimativas da manutenção e inspeção sobre o volume de atividades de manutenção esperados para a próxima parada.

Controle de Manutenção

O Controle da Manutenção deve ser constante, deve acontecer antes, durante e após as atividades de mantenimento da planta. O ato de controlar as atividades de manutenção é onde se concentra toda a gestão dos resultados obtidos com as ações planejadas e programadas.

"O que não se mede não se gerencia e é possível melhorar tudo que se mede!"



O controle da manutenção é feito através da criação e da gestão de indicadores, que servirão como base para a tomada de decisões e desenho de estratégias. Sem os indicadores da manutenção, fica impossível saber se as decisões tomadas são certas ou erradas, assim como em qualquer outra área de atuação.

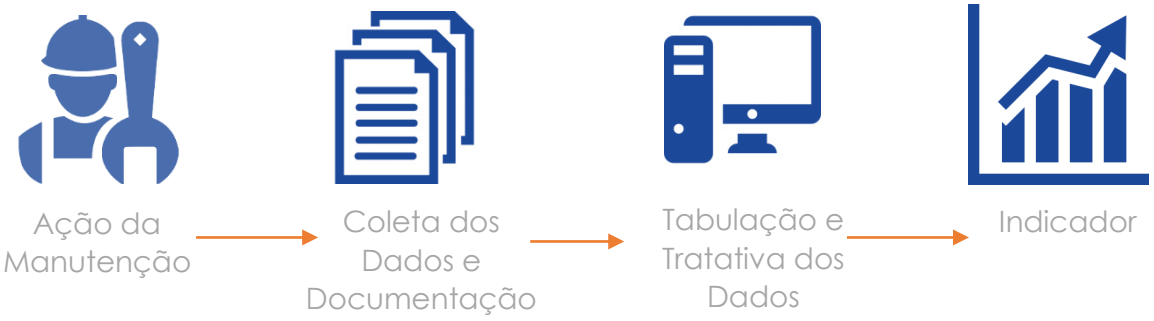
KPI's – Key Performance Indicators

Já existem inúmeros indicadores pré-estabelecidos para um acompanhamento eficaz das atividades da manutenção. **Mas lembre-se: é melhor ter poucos indicadores e acompanha-los bem!**

Os indicadores considerados como mais importantes, são os indicadores referentes aos custos, não apenas pelo custo real do ativo, mas sim pelo poder de tomada de decisão que esses indicadores podem trazer.

Os desafios são constantes no setor de manutenção, os gestores estão sempre focados em manter a competitividade da empresa, controlando melhor os custos da manutenção e realizando investimentos de maneira correta, de forma em que os retornos venham em tempo hábil para manter o nível de competitividade no mercado.

Para a implantação de qualquer indicador, é necessário, que se tenha uma sistemática para coleta e tratativa dos dados. Por exemplo: podemos usar uma ordem de serviço para coleta dos dados e uma planilha eletrônica ou software de manutenção para tratar esses dados e gerar os indicadores.



O termo utilizado para os indicadores de performance da manutenção em uma fábrica é o KPI (em inglês, **K**ey **P**erformance **I**ndicators ou KPI, Indicadores de Performance na tradução). Os KPIs podem mensurar diferentes performances abrangendo desde o tempo de parada das máquinas até o processo produtivo. Atualmente os softwares instalados em muitas fábricas podem oferecer algumas dezenas de KPIs, mas é preciso ter atenção a aquelas que realmente agregam valor.

Como definir um KPI?

Tudo dependerá dos objetivos, da estratégia e do plano de ação adotado, mas algumas diretrizes podem ser adotadas para definir KPIs e metas. Um método muito utilizado é o SMART, que é definido pelas letras que o compõem da seguinte forma:

- **S**pecific – Seja Específico: Escolha KPIs simples e específicas para evitar equívocos posteriores;
- **M**easurable – Mensurável: As KPIs devem ser comparáveis e quantificáveis com objetivos específicos. De preferência a KPI deve ser expressa em números;
- **A**ttainable – Atingível: A meta deve refletir a capacidade da organização, podendo ser agressiva, mas não deve ser impossível;
- **R**ealistic – Realista: A meta deve ser realista com as condições atuais e não com as condições desejáveis;
- **T**imely – Em tempo: Deve ser definido um tempo para que as metas possam ser atingidas.



Definição de KPIs e Metas

Outra característica que deve ser buscado é a de que a meta possa ser **tangível.** Metas que podem ser observadas, sentidas ou tocadas são mais propensas a serem conquistadas e mantidas.

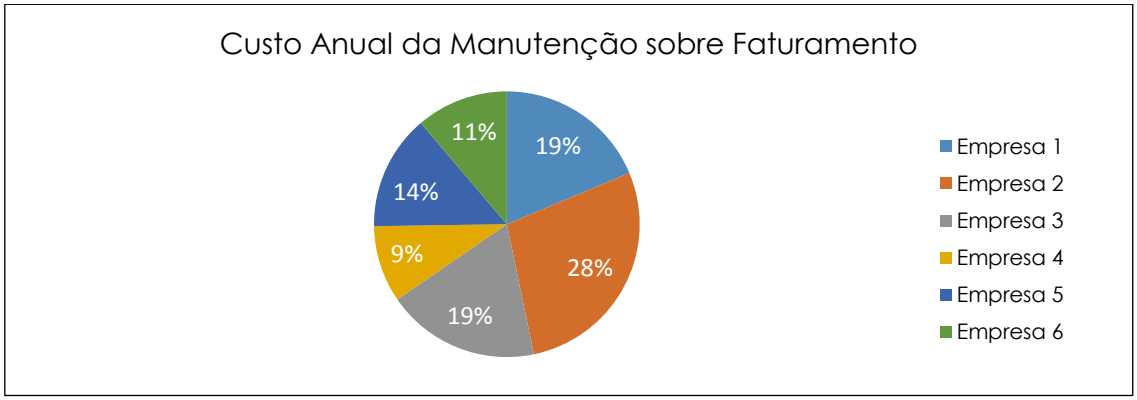


Para entendermos um KPI, podemos utilizar um exemplo onde o objetivo é acompanhar a execução das manutenções preventivas (programadas). Uma maneira de definir um indicador é simplesmente contar a quantidade de manutenções que foram programadas e a quantidade que foram executadas em um período fechado. Sendo assim, podemos adotar o seguinte método para controle: índice de execução (%) = (quantidade de manutenções preventivas executadas)/(quantidade de manutenções preventivas programadas). Desta forma, obtemos um número que vai variar de 0 a 1, onde 1 indica 100% de execução e é o máximo número atingível neste KPI. Claro que o que devemos fazer na prática é buscar um número alcançável baseado em históricos de manutenções. Esse é um exemplo simples, mas que expressa bem a importância das KPIs, que é a de controlar, medir e principalmente gerar uma ação após as análises. Uma KPI **chave** serve para identificar oportunidade de melhoria no processo e deve ser um gatilho para uma série de ações a serem executadas quando dada sua ocorrência.

INDICADOR 1 - Benchmarking

É o processo de melhoria da performance pela contínua identificação, compreensão e adaptação de práticas e processos excelentes encontrados dentro e fora das organizações.

Consiste basicamente na comparação de resultados entre empresas e setores, sendo da mesma área de atuação, ou não. Veja abaixo um exemplo da utilização do Benchmarking para obtenção de dados sobre Custos Anuais de Manutenção.



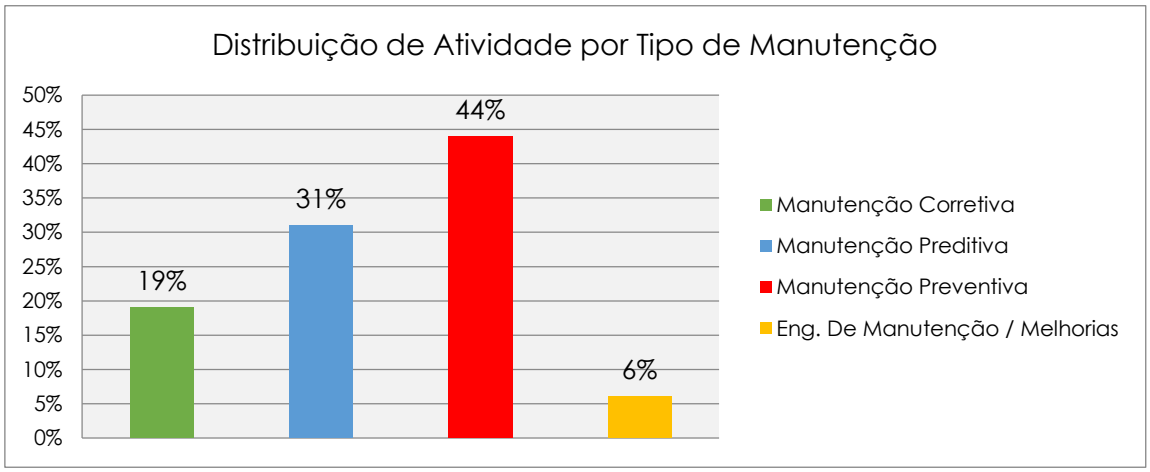
De um modo geral a gerência enxerga benchmarking como um processo de medição (através de indicadores) e acredita que, depois que descobre o benchmark ou o resultado de melhor performance, acha que pode alcança-lo através do potencial criativo interno da organização. Esta é uma visão equivocada, pois esquece uma peça fundamental no benchmarking: Benchmarking é atualmente um processo de aprendizagem de lições sobre como a melhor performance deve ser executada.

Experts em benchmarking enfatizam que organizações "best-in-class" têm as melhores práticas (best practices) mas não necessariamente a melhor performance (best performance).

INDICADOR 2 – Distribuição de Atividades por Tipo de Manutenção

Esse indicador revela qual o percentual da aplicação de cada tipo de manutenção está sendo desenvolvido. Nos países de primeiro mundo, considera-se que a manutenção corretiva não planejada deve ficar restrita a, no máximo, 20% enquanto os percentuais de preditiva, inspeções e engenharia de manutenção crescem. De um modo geral, tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos a manutenção preventiva oscila entre 30 e 40% na média. Evidentemente o tipo de instalação ou equipamento pode determinar variações para mais ou menos nesses valores.

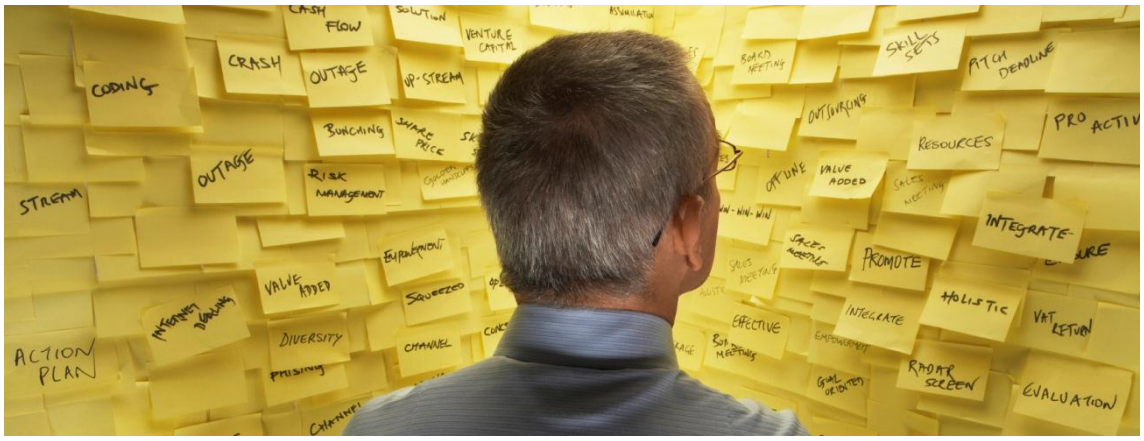
O gráfico abaixo mostra um exemplo da distribuição dos tipos de manutenção em uma determinada indústria.



INDICADOR 3 – BackLog

O Back Log ou simplesmente a carga futura de trabalho, indica quantos homens hora ou quantos dias, para aquela determinada força de trabalho, serão necessários para executar todos os serviços solicitados.

$$\%\ Backlog = \frac{Total\ de\ HH\ necessários\ para\ executar\ os\ trabalhos\ planejados}{Total\ de\ HH\ disponíveis\ para\ execução\ dos\ trabalhos} \times 100$$



O valor ideal do backlog seria que o mesmo fosse sempre igual a 1. Assim o quadro da empresa estaria exatamente dimensionado para atender as necessidades de manutenção em carteira. Um backlog menor do que 1 indica que o quadro está superdimensionado. Por outro lado, um backlog maior do que 1 indica que existem mais serviços para serem executados do que a mão-de-obra em carteira consegue executar. No exemplo, percebe-se que existe ainda maior deficiência de eletricistas do que mecânicos devido ao valor do backlog de eletricistas ser maior.

O ideal é que o backlog seja calculado diariamente e avaliado mensalmente, pois com o passar dos dias o backlog sofre variações (determinados dias podem haver menos necessidades de serviços do que em outros dias por exemplo).

INDICADOR 4 – Cumprimento da Programação

Outro aspecto importante ligado ao planejamento e coordenação dos serviços é a relação serviços programados – serviços executados. Além de medir como está andando o planejamento indica, mesmo que indiretamente, a confiabilidade da instalação. O objetivo é que o cumprimento da programação seja de 100%.

$$\%\ Cumprimento\ da\ Programação = \frac{HH\ Serviços\ Planejados}{HH\ Serviços\ Executados} \times 100$$

Nos países do primeiro mundo considera-se que esse número deva estar **sempre acima de 75%.**



INDICADOR 5 – Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)

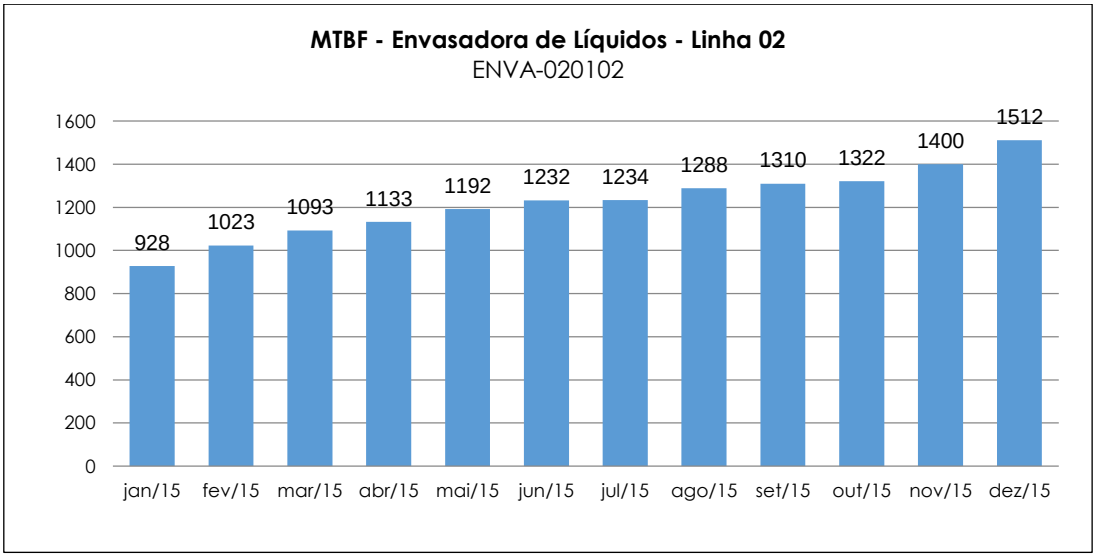
Podemos considerar que o MTBF (sigla em inglês para Mean Time Between Failures) é um dos indicadores mais importantes para o setor de manutenção. Através dele podemos enxergar globalmente como a manutenção está sendo administrada de um modo geral.

Esse indicador consiste basicamente em medir o tempo médio entre uma falha e outra. A forma mais eficiente de administrar esse indicador é aplica-lo a cada equipamento, dessa forma, as ações podem ser aplicadas de forma individual, facilitando as ações.

$$MTBF = \frac{Somatório\ das\ horas\ de\ trabalho\ em\ bom\ funcionamento}{Número\ de\ paradas\ para\ manutenção\ corretiva}$$

Por exemplo. Se durante um ano o equipamento operou 200 horas, depois 450 horas, depois 4000 horas e finalmente 1400 horas, o MTBF será:

$$MTBF = \frac{200 + 450 + 4000 + 1400}{4} = 1512\ Horas$$



Observando o gráfico acima, podemos observar que o indicador de MTBF é aplicado ao acompanhamento mensal de um determinado equipamento de uma linha de produção. Notamos que a tendência dos dados é crescente, o que é resultado de um bom trabalho quando se trata de MTBF.

Os resultados ações de atuação da manutenção sobre equipamentos e instalações podem ser analisadas quase que em "tempo real" com o MTBF, principalmente quando esse número é alto.

INDICADOR 06 – Tempo Médio para Reparo (MTTR)

Esse indicador é usado principalmente para analisar a eficiência dos trabalhos das equipes de manutenção corretiva. Podemos medir de forma prática quanto tempo as equipes dedicam para a solução de problemas corriqueiros e repetitivos, com a finalidade de encontrar uma causa raiz do problema e assim, traçar uma estratégia para solução. O número de MTTR também compõe a equação para cálculo da disponibilidade, outro indicador importante para as empresas.

Ao contrário do MTBF, esse indicador pode ser usado de forma global (dividindo por setor ou área) e em intervalos de curto prazo.

$$MTTR = \frac{Somatório\ dos\ Tempos\ de\ Reparo}{Número\ de\ intervenções\ realizadas}$$

Esse indicador é muito usado para verificar a eficiência de trabalho de equipes que atendem chamados externo de manutenção, onde o foco seja a manutenção corretiva. Por exemplo: Técnicos de TV e Internet, Mecânicos de Seguradora de veículos, etc. Onde a resolução rápida de um problema aumentará a capacidade do técnico atender mais clientes em um único dia, e assim, aumentar a quantidade de chamados atendidos.

INDICADOR 07 – Disponibilidade

O cálculo de disponibilidade de um equipamento ou instalação tem muito a dizer sobre os seus processos de manutenção e operação. Como vimos no início desse capítulo, o objetivo principal do PCM é participar da garantia da **DISPONIBILIDADE e CONFIABILIDADE** dos ativos.

Uma vez que tenhamos os valores do MTBF e do MTTR, podemos calcular a disponibilidade que é dada pela seguinte relação:

$$\%\ Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF\ x\ MTTR} \times 100\ (\%)$$

Padrões denominados "Classe Mundial" determinam que o valor da Disponibilidade Global dos equipamentos e Instalações devem ser maiores ou iguais a 90%. Mas podemos considerar que números acima de 80% já são bons padrões, porém, com capacidade de melhora.

A alta disponibilidade é o principal objetivo da manutenção. Ela é definida como sendo a probabilidade de uma máquina ou equipamento poder ser operado satisfatoriamente em qualquer instante em determinadas condições.



INDICADOR 08 – Retrabalho

Retrabalhos são repetições ocasionadas por problemas ligados às seguintes falhas: Mão de Obra; Material; Problemas de Projeto; Problemas de Operação.

O acompanhamento dos retrabalhos permite rastrear sua causa e corrigi-la. Levantamentos levados a efeito no Brasil dão conta que a maior causa dos retrabalhos está relacionada a problemas de mão de obra, o que reforça a necessidade de se investir no treinamento e capacitação.

O indicador de retrabalho deve ser tomado em relação ao total de serviços executados.

$$Retrabalho = \frac{Total\ de\ Trabalhos\ Repetidos}{Total\ de\ Serviços\ Realizados} \times 100\ (\%)$$

Essa forma de medir não leva em conta o porte do serviço, nem a indisponibilidade do equipamento. Desse modo, outras maneiras de medir são:

$$Indipobilidade\ por\ retrabalho = \frac{Horas\ de\ Indiponibilidade\ por\ retrabalho}{Total\ de\ Horas\ indiponíveis\ para\ manutenção} \times 100\ (\%)$$



INDICADOR 09 – Confiabilidade

Os resultados operacionais são extremamente dependentes da eficácia da manutenção. Quanto maior a disponibilidade maior poderá ser a produção; quanto mais confiáveis são os equipamentos maior será a certeza de produzir bens dentro das especificações.

A disponibilidade já citada no indicador 07, é função da confiabilidade, representada pelo Tempo Médio entre Falhas (MTBF) e pela manutenibilidade, representada pelo Tempo Médio para Reparo (MTTR).

$$\%\ Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF\ x\ MTTR} \times 100\ (\%)$$

A melhoria da confiabilidade passa por uma série de ações que envolvem o projeto, especificação, compra, manutenção, fornecedor ou fabricante etc. No entanto, abordaremos somente as ações que, oriundas da manutenção, promovam a melhoria da confiabilidade de equipamentos e instalações.

A primeira é o acompanhamento de falhas repetidas (equipamentos crônicos) seguida da atuação adequada.

$$Falhas\ Repetidas = \frac{Número\ de\ Falhas\ Repetidas}{Total\ de\ Falhas\ em\ Equipamentos}\ x\ 100\ (\%)$$

Normalmente este indicador é aplicado, em primeiro lugar, aos equipamentos críticos ou classe A de uma planta ou unidade. Resolvida a situação dos equipamentos críticos, pode-se passar para os equipamentos B e assim por diante.

Outra forma de promover o acompanhamento de itens que levam a uma baixa na confiabilidade da planta é proceder-se a estratificações aplicando gráfico de Pareto. Por exemplo:

Pelo histórico determinam-se quais os equipamentos que mais falharam Em seguida, quais as causas que levaram aquelas falhas na classe de equipamento que mais falhou.



Determinada a causa principal de falhas, promove-se o seu bloqueio através dos métodos de análise de falhas existentes.

Outro aspecto fundamental para a manutenção é o acompanhamento das perdas operacionais e quais as perdas originadas por problemas de manutenção.

4. Backlog

A definição básica de *backlog* pode ser dada como "acúmulo de atividades" ou seja, todas as atividades compreendidas e acumuladas em um determinado período de tempo formam o *backlog*.

Gestão do Backlog.

A principal questão não é eliminar o *backlog*, mas sim gerencia-lo corretamente. A empresa precisa estar constantemente analisando os incidentes, isso tudo para evitar o acúmulo de atividades desnecessárias no sistema. Analisar a tendência dos problemas, utilizar as métricas de acompanhamento e com isso a empresa poderá ter visões de qual ação deve ser tomada. Identificar a causa raiz do problema e evitar que as atividades e chamados para manutenção corretiva cresçam, e por fim não sobrecarregando as equipes e nem atropelando a estrutura de trabalho da manutenção.

Para isso alguns especialistas no assunto recomendam as seguintes práticas para gestão do *backlog*:

- ✓ Dispor de um bom sistema de informação que permita identificar de imediato qualquer desvio em relação ao nível adequado de BACKLOG. Relatórios periódicos com estratificação por linha de serviço e ou grupo de atendimento, comparando o nível real contra o previsto em cada uma dessas subdivisões;
- ✓ Cultura de gestão por indicadores ou resultados, com metas bem definidas e de conhecimento geral;
- ✓ Indicação clara dos responsáveis por cada frente de trabalho – donos de cada BACKLOG;
- ✓ Reuniões periódicas de avaliação com geração de planos de ação para correção de rumos;
- ✓ Flexibilidade nas Equipes, permitindo que recursos sejam movimentados entre os grupos solucionadores que estejam com alguma necessidade pontual de ajuda;
- ✓ Alinhamento permanente com representantes do negócio para garantir a correta priorização dos itens do BACKLOG.

5. Implantando o setor PCM

Já vimos nos capítulos anteriores o que é PCM, qual é o objetivo do setor de PCM e qual a sua importância no organograma da empresa e a sua função no planejamento estratégico da manutenção.

Com base nesse conhecimento, sabemos que é praticamente impossível que o setor de manutenção traga resultados positivos para a empresa sem uma célula de planejamento, programação e controle de suas atividades.

Podemos comparar o núcleo de PCM a uma sala de Controle de Tráfego Aéreo. Ambos têm as mesmas funções: controlar, ordenar e expedir informações e autorizações para que tudo ocorra de forma excelente.



É impossível que um avião faça um bom voo sem que receba orientações estratégicas vindas do pessoal de solo. Assim como as equipes de manutenção que estão em campo. É impossível realizar um bom trabalho sem que haja estratégias previamente definidas pelo setor de PCM.

Nem todas as empresas têm conhecimento sobre as vantagens que um setor de PCM pode trazer, até por que grandes partes das empresas cresceram de maneira inesperada, sobrecarregando alguns setores e defasando outros.

Conforme as empresas vão crescendo, elas vão priorizando e limitando os investimentos ao setor produção, visando

atender as demandas geradas pelo mercado. Mas logo os efeitos desse erro vão aparecendo, a produção operando próximo ao seu limite máximo, sem paradas para manutenção preventiva, começam a apresentar falhas e como consequências trazem consigo os prejuízos.



Os prejuízos são na grande maioria das vezes incalculáveis. Pois não envolvem apenas o lado financeiro, mas também itens intangíveis, como: segurança no trabalho, tempo de operação e qualidade.

Grande parcela das empresas que escolhem implantar um setor de PCM, já ultrapassou a janela da **oportunidade** que é no momento em que a empresa começa a crescer e gerar recursos para investimentos internos e estão chegando à barreira da **ameaça** que é o momento onde o número incontrolado de falhas começa a afetar o rendimento da empresa.

Quando uma empresa de grande porte opta por implantar o setor de PCM da forma mais "traumática", a maior dificuldade irá ser a **mudança cultural**.

Mudanças na forma de trabalho das pessoas trazem desconforto. E implantar um setor de PCM do zero, irá trazer inúmeras mudanças, não apenas para a manutenção, mas para todos os setores empresa.

Os seis pilares do PCM



O PCM é composto por seis pilares que facilitam a sua implantação e entendimento para a nova forma de trabalho que deve ser adotada pelos colaboradores da manutenção.

São chamados de pilares, pois todos têm o mesmo nível de importância, como em uma edificação, se falta um pilar, toda sua estrutura está comprometida.

Os pilares são:

- ✓ Documentação;
- ✓ Histórico;
- ✓ Padronização;
- ✓ Estratégia;
- ✓ Tecnologia;
- ✓ Informação.

PILAR 1 – Documentação



O primeiro passo para implantação do setor de PCM é a coleta de dados que estão presentes na rotina da empresa. A maior parte dos dados é fácil de serem coletadas, porém a empresa não percebe isso por que não tem nenhum instrumento de coleta desses dados.

Os principais instrumentos para coletas de dados são os documentos.

Esses documentos precisam ser elaborados de acordo com a rotina do setor de manutenção, mas seguindo padrões pré-estabelecidos para tais fins. Deve-se tomar cuidado para que não se crie uma quantidade exagerada de documentos e as pessoas passem a enxergar os documentos como fim e não como meio de atingir um determinado objetivo.

Os documentos devem ser criados e implantados pouco a pouco, de acordo com a adequação da equipe a essa nova metodologia de trabalho. Esses documentos também devem passar por revisões periódicas, com a finalidade de coletar uma aumentar a quantidade e a qualidade dos dados colhidos.

Os principais documentos para o setor de PCM são:

- ✓ **Ordens de Serviço:** Fornecem os principais dados para a boa gestão da manutenção, como: Tempo demandado a atividade, anomalias encontradas, ações tomadas, causas dos problemas, funcionários envolvidos e materiais utilizados;
- ✓ **Relatórios de Inspeção:** Os Relatórios de Inspeção realizados pela manutenção são primordiais para se definir o real estado de conservação dos equipamentos e instalações. Pois até então, antes da implantação do PCM, não se tem qualquer histórico. Esses relatórios também são muito úteis para início das manutenções preventivas;

- ✓ **Fichas Técnicas:** As Fichas Técnicas servem para sabermos o que temos em campo, em nível de peças e componentes. Com base nas informações levantadas, deve-se começar o trabalho de gestão de compras e estoque das peças de reposição para suprimento das manutenções preventivas e corretivas;
- ✓ **Fluxogramas:** Devem ser claros quanto aos novos métodos de trabalho, processos e posição hierárquica de toda a equipe;
- ✓ **Requisições e Solicitações:** Tudo que é pedido ao setor de manutenção, deve ser feito por meio de um documento, para que dessa forma o PCM consiga controlar a demanda gerada através dessas solicitações.

PILAR 2 – Histórico



Como vimos no primeiro pilar, a documentação é o primeiro item que se faz necessário ao implantar o PCM. Mas de nada adianta criar vários tipos de documentos, coletar valiosos dados por meio desses documentos se nada for feito com esses dados.

Os dados coletados devem servir de base para tomada de decisões e se transformarem em ações. Essas ações devem ser devidamente arquivadas em uma lógica histórica para que com o passar do tempo, seja possível analisar os dados armazenados e fazer comparações e assim calcular o avanço obtido.

Quando usamos as palavras "armazenar", "criar histórico", rapidamente nos vem à mente um sistema ou software para armazenar os dados que vêm sendo criados dia após dia nessa nova rotina da manutenção.

Pois bem, não há dúvidas que a melhor maneira de se criar um histórico sólido é por meio de um sistema próprio para tal. Mas essa maneira não é a única de se fazer isso. Podemos criar esse histórico por meio de planilhas eletrônicas via Excel

ou até mesmo criando um arquivo físico, armazenando os papeis. A última opção é sem dúvidas a mais cara, trabalhosa e ecologicamente incorreta, mas o importante é que se faça um histórico, não importa como, mas faça!

A partir do momento em que se implanta o PCM, é de obrigação que se tenha todo o histórico de manutenção de todas as máquinas, desde manutenções rápidas e sem impacto significativo na rotina até manutenções de alta complexidade.

A base de dados da manutenção servirá de apoio para tomadas de decisões em todos os níveis: gerenciais, técnicos e operacionais. Todos irão usufruir dos arquivos dispostos uma hora ou outra.

A maneira mais eficiente de se manter a saúde do histórico da manutenção é definir um responsável pelo arquivamento dos documentos. Sendo eles de forma eletrônica ou não, deve-se eleger uma pessoa responsável por alimentar o banco de dados, realizar back-ups periódicos (inclusive com planejamento para tal)e revisões sobre a segurança das informações.

O local de instalação dos arquivos deve ser um local seguro, tanto eletronicamente, quanto fisicamente. Se as informações estão salvas em um servidor, por exemplo, deve existir um back-up em outro endereço.

PILAR 3 – Padronização



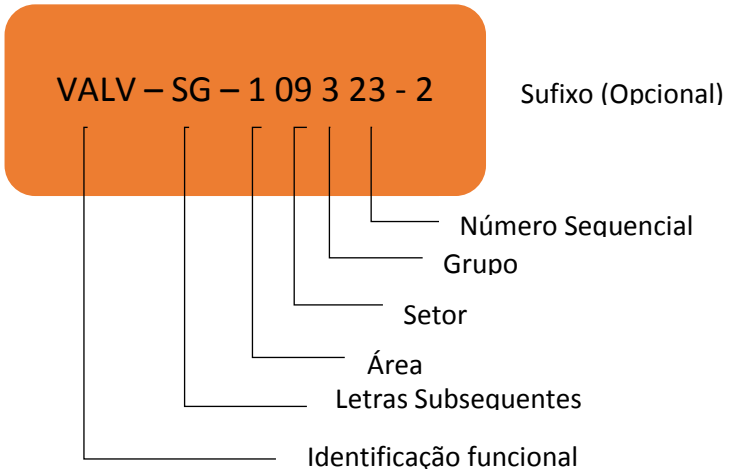
Como dito, ao implantar o setor de PCM a forma de trabalho de todas as pessoas irá mudar. As tarefas que antes eram realizadas de forma desordenada e sem um padrão definido, deverão ser analisadas e colocadas em ordem.

As máquinas devem receber identidades para que todas as pessoas possam aponta-las da mesma forma nos documentos. Imagine a quantidade de oportunidades para falha ao solicitar, por exemplo, que se faça manutenção no segundo motor elétrico em uma linha de 10 motores. A pessoa responsável pela manutenção pode enxergar o segundo motor de uma forma completamente diferente de quem solicitou a manutenção, e assim irá acontecer um erro por pura falta de padrão e boa comunicação.

Tudo deve seguir um padrão lógico, que facilite a comunicação e como consequência traga facilidade ao cotidiano da manutenção.

Tagueamento: O tagueamento dos equipamentos se fazem necessários por diversos motivos, sendo os principais: identidade única dos equipamentos em um sistema, facilitar a comunicação entre as pessoas e criação do histórico do equipamento.

O tagueamento deve seguir um padrão lógico, seguindo a estrutura hierárquica da planta, seguindo a norma NBR-8190. Conforme exemplo abaixo:



As etiquetas de identificação devem ser instaladas seguindo um padrão. Todos os equipamentos iguais devem receber as etiquetas no mesmo local, salvo em casos em que o acesso não seja possível.

As etiquetas devem ser impressas em cores vibrantes, para facilitar a localização e o seu material de fabricação deve ser resistente ao ambiente.

PILAR 4 – Estratégia



Todo resultado positivo e sustentável é fruto de uma estratégia bem montada. Todos os casos de sucesso não área de manutenção passaram por uma etapa estratégica de planejamento.

As estratégias devem estar presentes a todo o momento, desde pequenas atividades até grandes atividades, para resultados em um curto ou longo prazo.

Atualmente, o conceito de estratégia é uma das palavras mais utilizadas na vida empresarial ou trata-se da forma de pensar no futuro, integrada no processo decisório, com base em um procedimento formalizado e articulador de resultados. À primeira vista parece tratar-se de um conceito estabilizado, de sentido consensual e único, de tal modo que, na maior parte das vezes, entende-se ser escusada a sua definição.

Contudo, um pouco de atenção ao sentido em que a palavra é usada permite, desde logo, perceber que não existe qualquer uniformidade, podendo o mesmo termo referir-se a situações muito diversas. Se para uma leitura apressada esse fato não traz transtornos, para o estudante destas matérias e mesmo para os gestores têm por função definir ou redefinir estratégias e implantá-las nas organizações, a definição rigorosa do conceito que têm de levar a cabo é o primeiro passo para o êxito dos seus esforços.

O PCM deve ser o setor estratégico da manutenção para administrar de forma empreendedora o setor. Deve-se pensar em uma série de fatores, que combinados ou não, trarão um benefício para empresa, podendo ser otimização de custos, otimização de mão de obra ou recursos, ou seja, algo que no fim das contas resultará em dinheiro em caixa.

A estratégia se faz presente principalmente no momento da programação das manutenções e o programador deve estar atento a todas as lacunas e oportunidades para aproveitar da melhor forma possível os recursos oferecidos. Na grande maioria das vezes, a quantidade de trabalho pendente de execução ocupa quase todo o tempo disponível do backlog, de forma que qualquer imprevisto que aconteça atrasará toda a programação criada.

PILAR 5 – Tecnologia



As coisas estão evoluindo de maneira espantosa dia após dia são lançadas centenas de novas tendências tecnológicas que afetam diretamente a nossa maneira de viver. No mundo empresarial não é diferente, apesar de essas tecnologias demorarem um pouco mais para ser adotadas devido ao custo ou por questões burocráticas.

O setor de PCM deve estar sempre a frente quando o assunto é desenvolvimento e implantação de novas tecnologias. Principalmente as que envolvem a detecção de problemas em campo e acompanhamento preditivo dos equipamentos.

Já existem inúmeras plataformas tecnológicas para facilitar o trabalho da manutenção. Os softwares usados no PCM, hoje em dia já podem ser usados em tablets e smatphones, agilizando o trabalho e reduzindo a quantidade de papeis.

Uma tendência que chegou e mostrou ótimos resultados foi o uso de QR-Codes em equipamentos industriais.

Podemos comparar o código QR a um código de barras, é possível armazenar uma série de informações nesses códigos e através de um leitor, que pode ser um aplicativo para smartphone, conseguimos ter acesso essas informações.



Essa aplicação na manutenção industrial aperfeiçoou o tempo de inspeções rotineiras de manutenção e reduziu os custos. O inspetor não precisa mais andar com uma resma interminável de folhas impressas, agora anda apenas com um smartphone e cada máquina recebe sua etiqueta de QR-Code e tem ali a sua "certidão de nascimento".

Além desse exemplo dos QR-Codes, podemos citar várias outras aplicações técnicológicas introduzidas no ambiente de manutenção.

O uso de softwares automatizados para realizar análise de espectros de vibração é outro avanço. Esse tipo de software ainda não é comum, mas já é algo para ser usado rotineiramente em um futuro próximo, dessa forma o técnico analista de vibração terá uma base maior para elaborar os diagnósticos e prognósticos.

PILAR 6 – Informação



Toda empresa necessita de uma comunicação clara e objetiva com o intuito de melhorar a convivência entre setores e evitar erros, que por falta de uma boa comunicação interna, isso pode acontecer com frequência. Pode ser por falta de esclarecimento ou por não dar objetivo ao assunto direcionado na comunicação.

Após realizar todo o trabalho de implantação do PCM, construir toda a estrutura e seguir os novos padrões de trabalho, é necessário implantar a cultura de disseminação da informação.

Antes da implantação do PCM, todo o histórico e informações importantes sobre os processos de manutenção ficavam armazenados na memória dos funcionários mais antigos da equipe. Dessa forma, a veracidade e precisão dos fatos ficava fortemente comprometida. O núcleo de PCM deve ser também uma central de informações, que transmita todas as informações de forma clara.

A informação técnica é primordial para o bom andamento das atividades e o PCM deve ter uma sistemática para armazenar manuais e procedimentos de forma que fiquem acessíveis a todos.

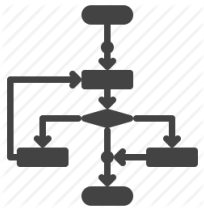
As três chaves do PCM

Assim como os pilares, o PCM também tem três pontos chave que determinam o sucesso do setor de manutenção. A administração desses três pontos deve ser constante.

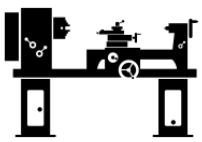
As três chaves são:



Pessoas



Processos



Ativos

CHAVE 1 – Pessoas

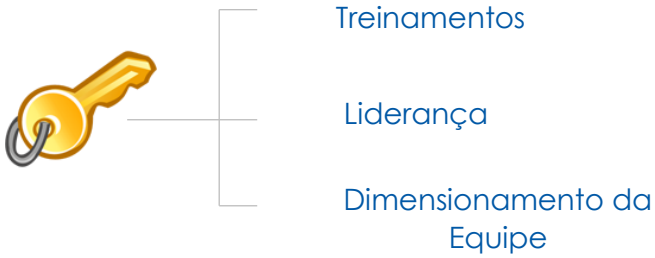
O item mais importante em qualquer processo são as pessoas. Não existe melhoria de processos sem o desenvolvimento de pessoas. As pessoas são de extrema importância para o sucesso de uma organização, são elas que gerenciam e comandam a empresa, são elas que executam, controlam atividades e processos, são as pessoas também que consomem os produtos de uma determinada empresa.

Administrar pessoas significa governar aquilo que elas fazem como participantes da organização, sendo que é justamente por meio das ações que é possível formular e atingir objetivos organizacionais.

Gerir pessoas em contextos de trabalho significa controlar os fatores que interferem na qualidade de trabalho e de vida dos funcionários, não no sentido de manipulação de sua conduta, mas no sentido de identificar as melhores condições para cada tipo de serviço, as competências necessárias a serem desenvolvidas, os fatores que motivam os

trabalhadores, os recursos e as estruturas necessárias para a execução das atividades.

Existem 3 fatores que devem ser acompanhados de perto, quando o assunto são as pessoas:



Pessoas treinadas, sob uma boa liderança e trabalho em uma equipe bem dimensionada, são capazes de trazer resultados fantásticos para a organização. Essa soma é altamente motivadora, pois facilita o trabalho de todos e deixa o ambiente de trabalho mais leve.

A motivação das pessoas não é construída apenas por fatores financeiros, existem diversas outras maneiras de se motivar um colaborador e acredite, pessoas motivadas fazem o impossível!

CHAVE 2 – Processos

Nas páginas anteriores vimos que o planejamento é essencial para a manutenção e um dos fatores críticos para a definição de um bom planejamento é a elaboração de processos e procedimentos de manutenção.

Os processos de trabalho são focados em atividades que buscam a otimização das atividades, como no processo de planejamento que visa principalmente gerar roteiros com um menor deslocamento das equipes de execução para que estes sejam atendidos dentro do prazo, aumentando a produtividade e trabalhando cada vez mais com um prazo

menor de atendimento, garantindo uma confiabilidade maior no processo com qualidade e agilidade.

Um processo é uma ordenação específica das atividades de trabalho no tempo e no espaço, com um começo, um fim, insumos e resultados claramente identificados, sendo enfim, uma estrutura para tomada de ações.

A visão dos processos dá a empresa uma compreensão mais clara da sua eficácia na satisfação das necessidades do cliente e também na realização do seu trabalho. Uma razão para se executar uma análise do processo é o fato de se poder guiar programas de redução de custos e de tempos de ciclos, de melhoria da qualidade do processo ou outros esforços para melhorar o desempenho organizacional.



- Tipos de Manutenção
- Formas de Trabalho
- Gestão dos Processos

Cada tipo de manutenção deve ter um processo definido, que deixe clara como é a forma de atuação da manutenção em cada tipo de situação.

Análise de processos é uma ferramenta usada na gestão dos processos, para avaliar uma operação em termos da sequência de passos desde os recursos de entrada no sistema até as saídas, com o objetivo de definir ou melhorar seu processo.

CHAVE 3 – Ativos

Todo o foco do PCM está voltado para a gestão da saúde dos ativos da empresa, de forma em que se garanta a confiabilidade e disponibilidade dos mesmos.

O gerenciamento de ativos é fundamental para priorizar investimentos e concentrar esforços nos ativos mais críticos, que sustentam os processos da organização.

Dentro de um núcleo de PCM, planejar é estabelecer planos de manutenção e de inspeção, além de atender as solicitações de manutenção corretiva, de pequenos projetos e obras. Trata-se de criar para todos os ativos da empresa, através das Ordens de Trabalho (OT/OS) os mais adequados planos da Manutenção e Inspeção que irão garantir a sua confiabilidade e a sua disponibilidade.

A atividade de planejar na Manutenção deve começar pela elaboração da **matriz de criticidade** dos ativos, cuja responsabilidade é da Engenharia de Manutenção, porém com a parceria do Planejamento do PCM, em conjunto com a Operação, Programação de Produção, Segurança e Meio Ambiente.

A Matriz de Criticidade é elaborada a partir da análise dos ativos em relação aos aspectos de:

- ✓ Segurança Pessoal
- ✓ Meio-Ambiente
- ✓ Produção
- ✓ Qualidade do Produto
- ✓ Custos de Manutenção.

Ao analisarmos todos os ativos da Empresa deveremos nos esforçar para estabelecer 3 níveis de Criticidade. Esses 3 níveis servirão de base para a escolha das técnicas e os tipos de serviço mais adequados de Manutenção que serão aplicadas a eles, assim como a frequência de sua aplicação.



- Banco de Dados e Tagueamento
- Criticidade dos Equipamentos
- Planos de Manutenção

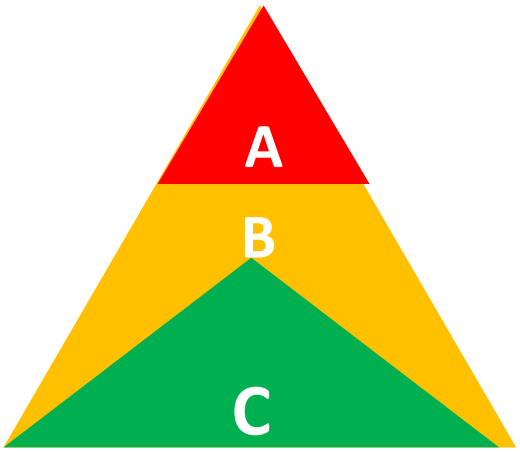
6. Matriz de Criticidade para Equipamentos

Uma empresa é composta por uma cadeia de ativos. Esses ativos tem a função de gerar retorno financeiro para empresa, transformando a matéria prima em produto final ou servindo de suporte para que isso aconteça. Basicamente, esse é o ciclo produtivo de uma empresa. Qualquer empresa depende de ativos para gerar lucro e esses ativos podem ser computadores, carros, equipamentos industriais, móveis, pessoas, etc. Tudo aquilo que é vital para o processo produtivo.

Pois bem, nesse caso abordaremos apenas os equipamentos industriais. Imagine que uma determinada indústria tenha 20 mil equipamentos em seu parque industrial. São equipamentos dos mais variados tipos, tamanhos e formas construtivas, ou seja, completamente diferentes. Logo, eles também terão uma importância diferente dentro do processo de produção.

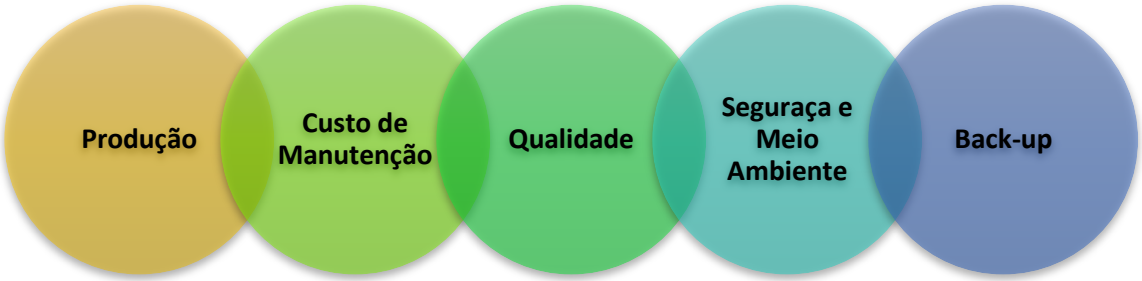
Por conta disso, os equipamentos são divididos em níveis de criticidade. Esses níveis são:

- ✓ **Nível A:** São os equipamentos mais importantes;
- ✓ **Nível B:** São os equipamentos de importância intermediária;
- ✓ **Nível C:** São os equipamentos de menor importância.



Como definir a criticidade dos equipamentos?

A Matriz de Criticidade para Equipamentos é elaborada através de uma análise de 5 itens:



Criticidade A

- ✓ **Produção:** Em caso de falha se o equipamento interromper o processo de produção é de Criticidade A;
- ✓ **Custo de Manutenção:** Se o equipamento quebrar e o seu custo de manutenção corretiva for maior que 20% do custo total de manutenção ele é de Criticidade A.
- ✓ **Qualidade:** Se o equipamento quebrar e comprometer a qualidade do produto de forma irrecuperável, ele será de Criticidade A.
- ✓ **Segurança e Meio-Ambiente:** Se o equipamento quebrar e colocar em risco a segurança ou meio-ambiente, ele é de Criticidade A.
- ✓ **Back-up:** Se o equipamento é vital para o processo de produção e não tem um equipamento idêntico de reserva, ele será de Criticidade A.

Criticidade B

- ✓ **Produção:** Se o equipamento quebrar e interromper o processo produtivo de forma recuperável, ele pode ser Considerado de Criticidade B.

- ✓ **Custo de Manutenção:** Se o equipamento quebrar e o seu custo de manutenção corretiva estiver entre 10% e 15% do custo total de manutenção ele é de Criticidade B.

- ✓ **Qualidade:** Se o equipamento quebrar e comprometer a qualidade do produto de forma **recuperável**, ele pode ser considerado de Criticidade B.

- ✓ **Segurança e Meio Ambiente:** Se o equipamento quebrar e causar riscos **controláveis** a segurança e meio-ambiente, ele será de Criticidade B.

- ✓ **Back-up:** Se um equipamento possui um back-up, ou seja, se ele tem um equipamento idêntico de reserva, ele será de Criticidade B.

Criticidade C

- ✓ **Produção:** Se o equipamento quebrar e não interromper o processo produtivo, ele pode ser Considerado de Criticidade C.

- ✓ **Custo de Manutenção:** Se o equipamento quebrar e o seu custo de manutenção corretiva ser menor que 10% do custo total de manutenção ele é de Criticidade C.

- ✓ **Qualidade:** Se o equipamento quebrar e não comprometer a qualidade do produto, ele pode ser considerado de Criticidade C.

- ✓ **Segurança e Meio Ambiente:** Se o equipamento quebrar e não causar riscos a segurança e meio-ambiente, ele será de Criticidade C.

- ✓ **Back-up:** Se um equipamento possui um back-up, ou seja, se ele tem um equipamento idêntico de reserva, ele será de Criticidade C.

7. Estoque para Manutenção e Custos Ótimos

O controle de estoque de peças de reposição é muito crítico para a maioria das empresas devido ao alto custo de estoque associado a estes itens e à complexidade em desenvolver modelos de estoque para controlá-los. A grande maioria destes itens é de demanda irregular e intermitente o que torna difícil a tarefa de prever a demanda futura.



Foi desenvolvida uma metodologia para classificar e controlar peças de reposição considerando demanda e lead time estocásticos. Foi utilizada uma abordagem da demanda individual (Single Demand Approach – SDA) definida por Krever, Wunderink, Dekker & Schorr (2005) para o cálculo do valor esperado e variância da demanda durante o lead time (LTD). Os modelos de estoque utilizaram como premissas as distribuições estatísticas de Poisson, Laplace, Gama e Normal em combinação com a otimização do custo total para a modelagem da LTD e determinação do ponto de ressuprimento, quantidade de pedido e estoque de segurança.

Utilizando dados reais e processo de simulação, os modelos de estoque foram testados e o desempenho de cada um deles foi comparado e avaliado. Os resultados mostraram um

desempenho superior do modelo de Laplace em termos de nível de serviço, fill rate e custo de estoque.

Comparado com o sistema atual baseado na distribuição Normal, o modelo proposto de Laplace obteve ganhos significativos em níveis de serviço, fill rate e, principalmente, redução dos níveis de estoque. Os benefícios para a empresa em se utilizar este modelo sujeito a um processo de otimização de custo são abordados na conclusão do trabalho.

Na maioria das empresas, os valores de peças de reposição imobilizados em estoque representam montantes bastante significativos e o giro de estoque das mesmas é muito baixo. Geralmente, muitos desses itens são estratégicos para a operação e a falta deles causa um impacto direto no processo produtivo, exigindo um nível de serviço alto no atendimento ao cliente. Por outro lado, a obsolescência do estoque de peças de reposição, a falta de critérios na definição da política de estoque e de algoritmos para o cálculo dos parâmetros de estoque tem levado as empresas a manterem níveis de estoques altos para garantir um nível de serviço adequado.

Cálculo das Necessidades Líquidas

Demanda

Demanda para peças de reposição tem características bastante peculiares e muito diferentes das que encontramos normalmente nos produtos, matérias-primas e insumos para a produção. Enquanto os últimos apresentam um padrão de demanda de alto giro, regular e mais previsível, as peças de reposição possuem um padrão de demanda de baixo giro, errático e intermitente, caracterizado por demandas não frequentes, de tamanho variável, ocorrendo em intervalos irregulares.

Itens de baixo giro são caracterizados por ocorrências irregulares, mas o tamanho da demanda é sempre baixo. É

geralmente aceito que itens de baixo giro diferem de itens erráticos, principalmente pela pouca variabilidade no tamanho da demanda. Um item com demanda errática é aquele que tem a maioria das ocorrências de pequenas demandas com transações ocasionais de demandas muito grandes.

A demanda é dita intermitente se o tempo médio entre ocorrências consecutivas é consideravelmente maior do que o intervalo de tempo de atualização da previsão. Resumidamente, podemos conceituar demanda de baixo giro ou slow-moving como aquela que apresenta tamanho de demanda baixo e pouco variável, ocorrências não frequentes.

Gerenciamento de Riscos

Como sabemos, ao determinar o valor necessário em peças de reposição para se manter em estoque, iremos "imobilizar" parte das reservas financeiras da empresa, deixando esse "dinheiro parado".

A partir do momento em que nós comprometemos as finanças da empresa para a gestão de um estoque de peças para reposição, começamos a trabalhar com riscos financeiros envolvendo depreciações, ocupação de espaço físico em estoque e possíveis defeitos ocasionados por armazenagem inadequada ou estendida.

Custo Ótimo de Estoque

Se todos os custos resultantes da manutenção de estoques forem totalmente contabilizados, então o custo real de manutenção possivelmente estará na faixa dos 25% ao ano, considerando-se o valor contábil do estoque.

A razão para esse valor ser assim tão alto é que há vários custos de capital, que compreende o custo das dívidas e o custo do patrimônio líquido. É comum usar o "custo

ponderado de capital" para refletir isso. Mesmo que o custo do dinheiro tomado a partir de empréstimos seja baixo, a expectativa dos acionistas quanto ao retorno que esperam do investimento financeiro poderá ser alta.



Outros custos que precisam ser incluídos no custo de manutenção de estoques são aqueles referentes à armazenagem e ao manuseio, obsolescência, deterioração e pequenos furtos, bem como ao seguro e a todos os custos administrativos associados ao gerenciamento do estoque.

Portanto, o custo real de estoque é definidos por 7 fatores:

- ✓ Custo de capital;
- ✓ Armazenagem e manuseio;
- ✓ Obsolescência;
- ✓ Danos e deterioração;
- ✓ Pequenos furtos / perdas;
- ✓ Seguro;
- ✓ Custo de gestão do estoque.

8. Arquivo Técnico

Muitos problemas relacionados à falta de qualidade em projetos de manutenção têm como causa principal a deficiência de qualidade no controle dos documentos técnicos pertinentes. Muitas vezes é dada ênfase na execução do projeto, enquanto a parte documental fica em segundo plano, ou seja, não é dada a devida atenção para o controle de gerenciamento dos documentos a torná-los confiáveis de maneira satisfatória, a fim de que, quando precisarem ser disseminados e/ou consultados, sejam recuperados com rapidez e exatidão.



Gerenciar um produto, seja um bem ou serviço, é agir de forma a atingir os objetivos propostos dentro de parâmetros de qualidade determinados, obedecendo a critérios estipulados a tal tarefa, além de evitar práticas que possam levar o insucesso nos processos dos produtos. O resultado de um processo é um produto, enquanto que os economistas conceituam "produtos" como bens ou serviços.

Atualmente, tudo se transforma com muita rapidez e sobressai quem detém a informação e possui seus documentos bem gerenciados para atender de forma excelente aos seus clientes. A falta de interação entre os envolvidos e o descontrole desses documentos certamente

propiciará insegurança e incerteza dos processos executados pela organização. Gerenciar o controle dos documentos traz garantia de confiabilidade e segurança nos processos de execução de um bem ou serviço, feito de maneira eficaz, em resposta às necessidades das organizações.

.Uma boa administração de documentos faz com que os mesmos sejam encontrados com rapidez, sem transtorno e desordem. Desta forma, a qualidade no controle de gerenciamento dos documentos técnicos está relacionada com a precisão e rapidez na localização dos documentos, propiciando aumento acelerado de produtividade ou serviço em tempo hábil na organização. A NBR ISO 9001 ratifica esta ponderação, quando ressalta que tais procedimentos são importantes a fim de garantir que as versões pertinentes de documentos aplicáveis estejam disponíveis nos locais de uso (ABNT, 2008).

9. Inspeções Sensitivas

A Falha corresponde à perda da função de um equipamento! A condição de funcionamento de um equipamento pode ter critérios diferenciados. Por exemplo, na atualidade a agressão ao meio ambiente pode impedir o funcionamento de um equipamento, sendo uma condição de falha. Esta definição deve ser bem formalizada para que se evite confusão no tratamento da intervenção.



O Diagnóstico da Falha consiste na identificação do mecanismo que provocou a falha do equipamento. A identificação da causa da falha é fundamental para a garantia de desempenho. Atualmente existem diversas técnicas que podem auxiliar na análise da falha de uma máquina. Estas técnicas de manutenção envolvem desde o conhecimento básico dos equipamentos até a utilização de instrumentos sofisticados. Haverá um post direcionado a este item posteriormente.

O processo de deterioração dos equipamentos e instrumentos ocorre ao longo de sua vida útil. Alguns sintomas deste processo de deterioração podem ser detectados, de forma a ser possível acompanhar a sua evolução. A manutenção, conduzida a partir do acompanhamento de certos parâmetros, é denominada manutenção preventiva

baseada na condição ou manutenção preventiva sob condição.

Esta forma de manutenção permite assegurar a operação contínua dos equipamentos, prevenindo as falhas esperadas. A decisão da execução da intervenção é tomada no momento em que há evidências experimentais de defeito iminente, ou quando há a aproximação de um patamar de degradação predeterminado.



A inspeção sensitiva é aquela na qual utilizamos nossos sentidos para detectarmos falhas. Sendo eles:

- ✓ Visão;
- ✓ Audição
- ✓ Olfato;
- ✓ Tato

Visão

Vazamentos, fumaça, sujeira, desordem, situações perigosas, alarmes luminosos, iluminação inadequada, objetos danificados, layout inadequado, visualização de marcadores, etc.



Olfato

Cheiro de queimado, odor de produto químico, mudança do cheiro do produto, poeiras, etc.



Audição

Ruídos estranhos (chiados, estalos, batidas), alarmes sonoros, mudança ou ausência de barulho característico, etc.



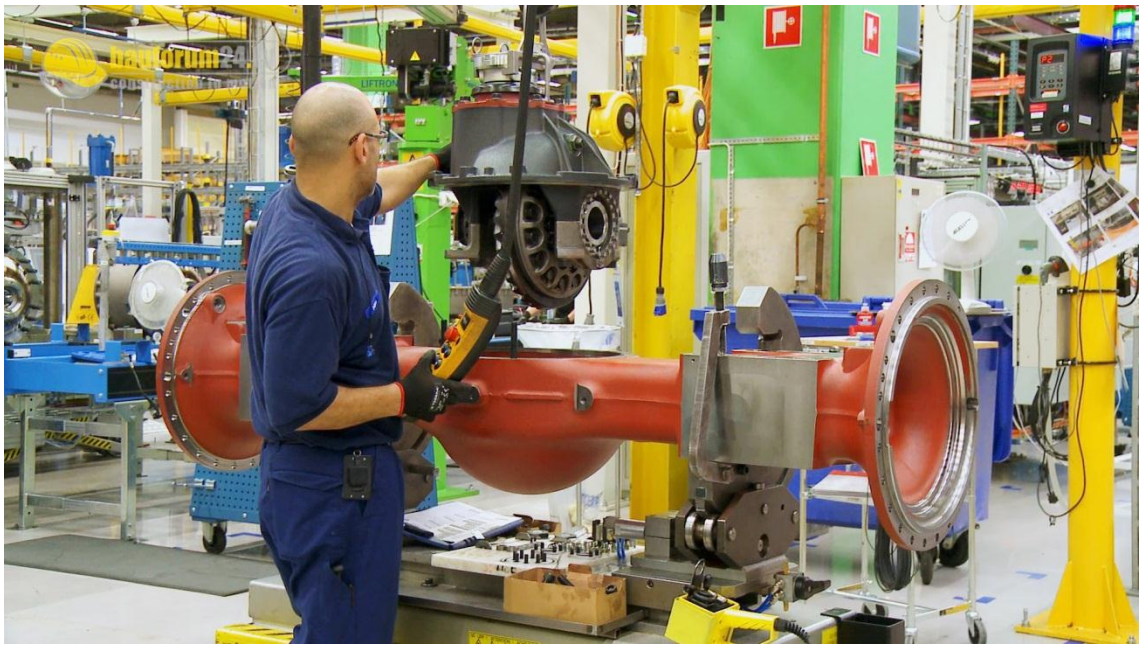
Tato

Aumento da intensidade do calor ou frio, sujeira, rugosidade, vibração, umidade, viscosidade, etc.



10. Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva começa com pequenos instrumentos indicadores e analisadores do que está ocorrendo e necessita que a equipe conheça sua área de trabalho e suas maquinas, as quais devem ter uma ficha de referência que inclui as principais características e o histórico de falhas.



Para a Manutenção Preventiva são necessários os trabalhos de: preparar plano de avaliações, definir pontos, reunir as informações, fazer o diagnóstico, planificar conserto, exercer os procedimentos segundo o plano definido.

Por meio da manutenção preventiva é possível agir contra desperdícios e uma campanha de conscientização para os usuários também é uma boa medida a ser adotada.

Para harmonizar todos os processos que interagem na manutenção, é fundamental a existência de um sistema de controle de manutenção que permita a realização de determinados recursos:

- ✓ Que serviços serão realizados;
- ✓ Quando os serviços serão realizados;
- ✓ Que recursos serão necessários para a execução dos serviços;
- ✓ Quanto tempo será gasto em cada serviço;
- ✓ Qual será o custo de cada serviço, custo por unidade e o custo total;
- ✓ Que materiais serão aplicados;
- ✓ Que máquinas, dispositivos e ferramentas serão necessárias.

Segundo o sistema de controle de manutenção, é recomendável iniciar o projeto de coleta de dados pela identificação dos elementos que compõem a instalação industrial ou de serviços, ou seja, todos os equipamentos que compõem a instalação deverão ser identificados e registrados através de formulários, pastas e arquivos, o que facilita o acesso às informações e agiliza as comparações e análises.

Ações Preventivas

Inspeção – é uma forma simples de aplicação da manutenção preventiva, pode ser realizada pelo pessoal envolvido na manutenção ou até mesmo pelo próprio operador da máquina. É uma parte importante, que utiliza os sentidos humanos – visão, tato, olfato e audição, dando resultados rápidos e eficazes.

Baseada no Tempo – tem como objetivo substituir, ou restaurar, em intervalos determinados, peças e componentes que têm tendência a falhar à medida que envelhecem. Uma vez que seu limite de tempo foi atingido, essas ações são executadas independentes do estado que a peça se encontre no dia da troca. Lembrando que as ações baseadas no tempo só serão eficazes quando existir uma relação entre a idade do componente ou peça e sua probabilidade de falha.

Baseada na Condição – estas ações preventivas são tomadas com base nos resultados de inspeções periódicas, e delas é feito um acompanhamento e tiradas conclusões que iram detectar sinais de falhas e anomalias em peças e componentes de todas as máquinas e equipamentos do local. Assim, as falhas podem ser monitoradas, permitindo agir antes que elas aconteçam.



Organização do Pessoal de Manutenção

Os serviços de manutenção de equipamentos consistem de duas grandes categorias de atividade:



a) Atividades de Gerenciamento – Consiste em um departamento composto por uma equipe responsável pelo gerenciamento e planejamento das atividades desempenhadas: elaboração de atividades, compras, controle de estoque, direcionamento de serviços para equipe de execução e registro de atividades entre outros.

b) Atividades de execução – consistem em uma equipe de profissionais com conhecimentos técnicos específicos em montagem, soldagem, operação de levantamento e transporte, eletricidade, mecânica, hidráulica, pneumática, dentre outros. Essa equipe é responsável por executar os serviços, corrigir a falha e deixar a máquina ou equipamento em perfeito funcionamento.

Estoque e Peças de Reposição

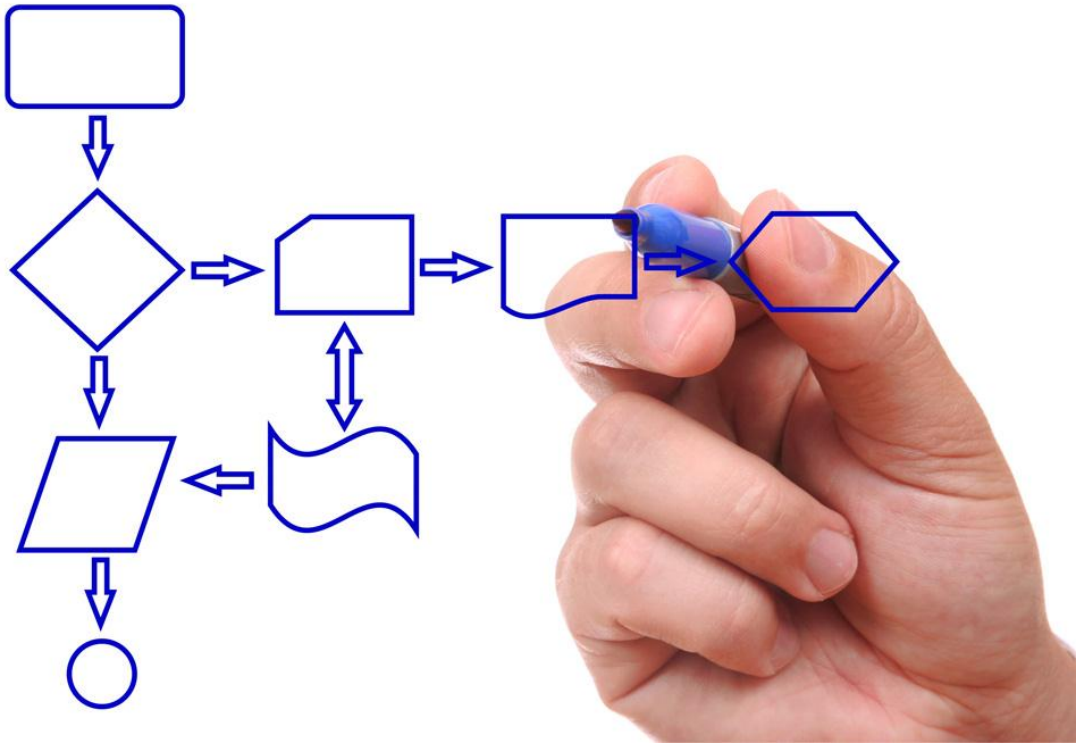
O dimensionamento das peças de reposição da manutenção influencia fortemente os custos de manutenção e a lucratividade da empresa. Por isso, o gerenciamento deste recurso é considerado uma das tarefas mais críticas do departamento de manutenção.

Um típico estoque de manutenção contém:

- ✓ Peças que foram adquiridas para utilização conforme o plano de manutenção;
- ✓ Peça para substituição em emergência (Caso alguma máquina quebre repentinamente, terá as mesmas para substituição);
- ✓ Peças de equipamentos críticos cujas falhas afetam fortemente a produção (peças que podem parar uma linha de produção ou causar danos aos produtos);
- ✓ Peças recuperadas e que guardam utilização futura (peças danificadas, que foram reformadas e estão em condições para reutilização);
- ✓ Peças de consumo frequente;
- ✓ Ferramentas (jogo de chave de fenda, alicate, jogo de chave de boca etc.);
- ✓ Instrumentos e aparelhos utilizados pela manutenção (furadeira, lixadeira, multímetro etc.);

Elaboração de Procedimentos

Além de padronizar, os procedimentos têm a função de educar e até mesmo reeducar a mão de obra, pois mínimos detalhes deixados de lado poderão comprometer um serviço ou ainda a eficiência de um sistema de manutenção. Com isso se faz necessária a elaboração de procedimentos, os quais indicam a frequência e como serão realizadas as inspeções e manutenções nas principais máquinas e equipamentos, garantindo a execução correta das atividades, evitando longas paradas indesejáveis.



Assim, foram confeccionados diversos modelos de procedimentos, visando a inspeção preventiva, manutenção preventiva e corretiva planejada. Nesses procedimentos, estão alguns passos a serem seguidos para a execução dos serviços, principalmente o de troca e verificação de componentes.

11. Planos e Rotas de Lubrificação

Na visão geral das pessoas, o lubrificante serve principalmente para reduzir o atrito, isto é, facilitar o movimento e ainda reduzir ou eliminar o desgaste das peças. Entretanto, o lubrificante deve realizar uma série de outras funções, as quais se encontram listadas em seguida.



1. Controlar o atrito (lubrificar): usualmente reduzir ou eliminar o atrito.

2. Controlar o desgaste e o consumo de energia: usualmente reduzir ou eliminar o desgaste; em situações especiais, prover um desgaste controlado (acamamento de mancais, por exemplo); manter o consumo de energia o menor possível.

3. Controlar a temperatura (motores, mancais): usualmente efeito de refrigeração.

4. Controlar a corrosão: usualmente evitar a corrosão.

5. Isolar correntes elétricas: em equipamentos elétricos, porém também em motores e outros equipamentos.

6. Transmitir força (sistemas hidráulicos).

7. Amortecer choques (amortecedores, engrenagens).

8. Remover contaminantes (ação de lavagem, manter motores internamente limpos).

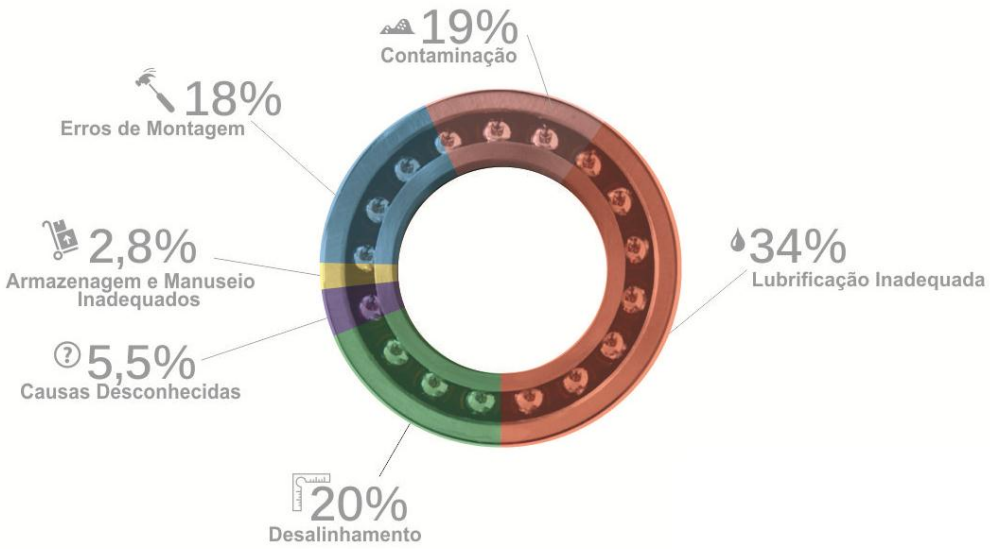
9. Vedar (motores, sistemas hidráulicos, graxas): em motores, evitar a fuga de gases da câmara de combustão, em outros equipamentos, evitar o ingresso de impurezas, por exemplo.

10. Transportar resíduos (fluídos de corte, motores): resíduos de operações de corte de metais, resíduos do desgaste interno de equipamentos, por exemplo.

A Lubrificação é uma atividade primordial para a elevação dos índices de confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos mecânicos, e assim como as atividades de manutenção preventiva e preditiva, ela deve ser planejada, programada e controlada.

Para entender o nível de importância da lubrificação, analise o gráfico abaixo:

Principais causas de falhas em rolamentos.



O gráfico acima evidencia que, 53% das falhas dos rolamentos causadas por deficiências no processo de lubrificação. Ou seja, a cada 10 rolamentos que quebram, 5 tem estão ligados a problemas na lubrificação.

Você pode imaginar quanto é possível economizar, apenas dando a devida importância para as atividades de lubrificação?

O primeiro passa para elevar o nível da lubrificação é criar um **plano** e uma **rota de lubrificação**.

Plano de Lubrificação

O plano de lubrificação é semelhante ao plano de manutenção, nele estão listadas todas as atividades que se fazem necessárias, com suas respectivas periodicidades, lubrificantes a serem aplicados e suas respectivas quantidades, demais matérias e a quantidade de HH aplicadas.

Deve constar no plano de lubrificação:

- ✓ TAG e Descrição do Equipamento;
- ✓ Setor;
- ✓ Linha de Produção e/ou Localização;
- ✓ Ponto a ser lubrificado (identificado por código);
- ✓ Lubrificante a ser aplicado;
- ✓ Quantidade de Lubrificante.

Exemplo de Plano de Lubrificação:

TAG	EQUIPAMENTO	PONTO	LUBRIFICANTE	APLICAÇÃO	PERIODICIDADE
663-28-181	Eixo Longitudinal do LINE	Mancais de apoio do LINE (38 pontos) - Tipos: 22222, 22226 e 23032 RPM=1250 Temp.= 70.C	Mobilith SHC PM 460	Pistola	Mensal Tipo 22222 – 50 g Tipo 22226 – 70 g Tipo 23032 – 70 g
		Acoplamentos de engrenagem (22 pontos)	Mobilgrease XTC	Pistola	Semestral
663-28-011 663-28-012 663-28-013 663-28-014 663-28-015 663-28-016 663-28-017 663-28-018 663-28-019 663-28-020 663-28-021 663-28-022 663-28-023 663-28-029 663-28-032 663-28-033 663-28-035 663-28-036 663-28-038	Semi-Eixos	Mancais tipo 22222 RPM=1250 Temp.= 60.C	Mobilith SHC PM 460	Pistola	Mensal Tipo 22222 – 50 g
		Acoplamentos de engrenagem	Mobilgrease XTC	Pistola	Semestral
Não Informado	Cilindros Secadores	Mancais à óleo RPM=1250 Temp.: 80.C	Mobil DTE PM 220 (mineral) ou Mobil SHC PM 220 (sintético)	Sistema Circulatório	Verificar Nível Diariamente
663-28-704 À 663-28-732	Rolos-Guias da Máquina de Papel	Mancais tipo 22214 RPM=1250	Mobilith SHC PM 460	Pistola	Mensal Tipo 22214 – 20 g
663-28-737 / 738	Rolos-Abridores de Papel	Mancais tipo 22212 RPM=1250	Mobilith SHC PM 460	Pistola	Mensal Tipo 22212 – 15 g

Rota de Lubrificação:

A rota de lubrificação é similar ao plano, porém com o foco voltado para a rotina do técnico de lubrificação. As rotas devem ser criadas em softwares ou planilhas eletrônicas que sejam capazes de filtrar e otimizar as atividades de forma sequencial e lógica.

Por exemplo, ao gerar a Ordem de Serviço para o técnico de lubrificação executar as atividades, a rota deve coincidir os locais, períodos e lubrificantes a serem usados. Para otimizar o tempo do funcionário.

12. Relatórios de Manutenção

A base da gerência eficaz de um planejamento e controle de manutenção é a informação confiável. As informações mais comuns dizem respeito a tempo, custo, e utilização da mão-de-obra. Outras informações, tais como escopo do trabalho, fornecimento de sobressalentes, ferramentas, e segurança, são também necessárias.



Na parte de custo, as informações mais usuais dizem respeito aos custos da mão-de-obra, diretos, indiretos, e de supervisão. Mas outros custos, tais como os de equipamentos e ferramentas, e os de trabalhos extras, são também necessários.

Já em relação às informações de tempo, as principais informações são aquelas relativas ao tempo das atividades.

Com estes pontos em mente, os relatórios que são praticamente unanimidade dentro do planejamento e controle de paradas de manutenção são:

1. Programação dos Serviços de Manutenção - dia-a-dia, com a alocação de cada tipo de recurso de mão-de-obra, inclusive a carga total de trabalho dos serviços a executar;

2. Apropriação dos Recursos de Mão-de-Obra - com a indicação, para cada tarefa, das pessoas que a realizam, seu tempo de início e de término;

3. Recursos de Mão-de-Obra Não Utilizados na Programação - mostrando as folgas porventura existentes para cada tipo de recurso, dia-a-dia;

4. Emissão das Ordens de Trabalho - com as informações já apresentadas anteriormente;

5. Tarefas críticas – por exemplo, as do caminho crítico e as quase críticas;

6. Tarefas com início breve – O mais importante relatório para a atividade de programação;

7. Tarefas que já deveriam ter sido iniciadas;
8. Tarefas concluídas;
9. Orçamento;
10. Custo acumulado;
11. Custo
12. Programação
13. Qualidade
14. Inspeção
15. Segurança
16. Marcos Críticos (Prazo previsto da parada, Caminho Crítico, Massa Crítica);
17. Previsão Final de Utilização da Mão-de-Obra;
18. Relatório de Análise Executiva
19. Relatórios da Inspeção;
20. Relatório Final de Segurança no Trabalho.

13. Gestão de Custos

Um dos maiores desafios do setor de manutenção é: fazer um bom trabalho, de forma sustentável, gastando o previsto. À primeira vista parece simples, mas manter os gastos da manutenção dentro de um limite proposto é uma tarefa árdua, por diversos fatores:

1. Imprevistos acontecem! – Por mais que o planejamento e a programação estejam perfeitos e as atividades sendo executadas dentro do planejado, se tiver uma pequena lacuna permitindo que as falhas aconteçam, acredite, elas vão acontecer. E a palavra falha é um sinônimo da palavra gasto, que é o principal inimigo da gestão de custos.

2. Recursos Insuficientes – É raro encontrar uma empresa que disponibilize uma quantidade suficiente de recursos financeiros no planejamento do budget da manutenção. A deficiência cultural induz vários gestores ao erro nesse momento, pois priorizam outros setores da empresa.

3. Falta de Liderança – Um ponto que interfere diretamente nos custos da manutenção, quando os lideres do setor de manutenção (independente do nível hierárquico) não exercem seus papeis, todas as atividades serão realizadas de maneiras negligenciadas e no fim das costas, isso vai ficar evidente no relatório de custos. Pois naturalmente, o índice de corretivas irá subir o índice de retrabalhos, etc.

Custos Diretos

Custos com Mão de Obra:

$$taxa\ horária = salário + encargos$$

$$custos\ com\ mão\ de\ obra = temp\ x\ taxa\ horária\ de\ m.o$$

Custos com Materiais :

$$Consumo\ de\ materiais = custo\ unitário + transporte + armazenagem$$

Custos com contratações terceirizadas.

Custos Indiretos

Custos com linhas de produção parada;

Depreciação de equipamentos;

Custos Induzidos: Multas por atrasos em entregas, perdas de clientes, custos com qualidade, deterioração da imagem da empresa.

-x-

14. Referências Bibliográficas

BADÍA, F.G. *et al*. Optimal inspection and preventive maintenance of units with revealed and unrevealed failures. *Reliability Engineering System Safety*, London, 78, 157-163, 2002.

BEN-DAYA, M. The economic production lot-sizing problem with imperfect production process and imperfect maintenance *International Journal of Production Economics*, New York, 76, 257-264, 2002.

CABRITA, G. A manutenção na indústria automotiva. *Revista Manutenção*, São Paulo, 20-26. mar./mai./02.

CATTINI, O. *Derrubando os Mitos da Manutenção*. São Paulo: STS Publicações e Serviços Ltda., 1992.

CHIU, H-N. & HUANG, B.S. The economic design of x control charts under a preventive maintenance policy. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Cambridge, 13 (1): 61-71, 1996.

DESHPANDE, V.S. & MODAK, J.P. Aplication of RCM to a medium scale industry. *Reliability Engineering & System Safety*, London, 77, 31-43, 2002.

DOHI, T. *et al*. Optimal control of preventive maintenance schedule and safety stocks in an unreliable manufacturing enviroment. *International Journal of Production Economics*, New York, 74, 147-155, 2001.

FLEMING, P.V. & FRANÇA, S.R.R.O. Considerações sobre a implementação conjunta de TPM e MCC na indústria de processos.

In: Anais do 12.º Congresso Brasileiro de Manutenção. São Paulo, 1997. CD-rom.
GARBATOV, Y. & SOARES, C.G. Cost and reliability based atrategies for fatigue maintenance planning of floating structures.

Reliability Engineering & System Safety, London, 73, 293-301, 2001.
HARTMANN, E.H. *Succesfully Installing TPM in a Non-Japanese Plant*. Pittsburgh, EUA: TPM Press, 1992.

HIRANO, H. *5S na Prática*. São Paulo: Instituto IMAM, 1994.

KARDEC, A. & NASCIF, J.A. *Manutenção – função estratégica.* 2.ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 2001.

MIRSHAWKA, V. & OLMEDO, N.C. *Manutenção – combate aos custos na não-eficácia – a vez do Brasil*. São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda., 1993.

MOUBRAY, J. *Manutenção Centrada em Confiabilidade* (Reliability-Centered Maintenance – RCM). Trad. Kleber Siqueira. São Paulo: Aladon, 2000.

MURTY, A.S.R. & NAIKAN, V.N.A. Availability and maintenance cost optimization of a production plant. *International Journal of Quality & Reliability Management*, ambridge, 12 (2): 28-35, 1995.

Sobre o Autor



Jhonata Teles atua há 10 anos na área de manutenção industrial, trabalhou em industrias alimentícias, químicas, cosméticas, cimenteiras, mineradoras e metalúrgicas.

Graduado em Engenharia Mecânica e Engenharia De Produção, Técnico em Mecânica e Técnico em Eletrotécnica.

Especialista em Lubrificação Industrial com certificações internacionais MLT-I e MLA-I pelo ICML – International Council Machinery Lubrication.

Analista de Vibração Nível II pela FUPAI.

Fundador e Diretor de Engenharia da ENGETELES – Engenharia de Manutenção.

https://br.linkedin.com/in/jhonatateles

Todos os direitos Reservados:
ENGETELES – Engenharia de Manutenção LTDA.
Setor Hoteleiro Norte – Quadra 01 – Edifício Lê Quartier
Bloco A - Sala 1414 – Brasília – DF
CEP: 70701-000

www.engeteles.com.br
contato@engeteles.com.br
(61) 3255-1325

/engeteles

/engeteles