



***CURSO DE FORMAÇÃO DE OPERADORES DE REFINARIA
NOÇÕES DE CONFIABILIDADE E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL***



NOÇÕES DE CONFIABILIDADE E MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

CARLOS ALBERTO GURSKI

Equipe Petrobras

Petrobras / Abastecimento

UN's: Repar, Regap, Replan, Refap, RPBC, Recap, SIX, Revap

**CURITIBA
2002**

3

BR

620.0046 Gurski, Carlos Alberto.
G979 Curso de formação de operadores de refinaria: noções de confiabilidade e manutenção industrial / Carlos Alberto Gurski. – Curitiba : PETROBRAS : UnicenP, 2002.
24 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Financiado pelas UN: REPAR, REGAP, REPLAN, REFAP, RPBC, RECAP, SIX, REVAP.

1. Manutenção industrial. 2. Serviços de manutenção. 3. Qualidade total. I. Título.

Apresentação

É com grande prazer que a equipe da Petrobras recebe você.

Para continuarmos buscando excelência em resultados, diferenciação em serviços e competência tecnológica, precisamos de você e de seu perfil empreendedor.

Este projeto foi realizado pela parceria estabelecida entre o Centro Universitário Positivo (UnicenP) e a Petrobras, representada pela UN-Repar, buscando a construção dos materiais pedagógicos que auxiliarão os Cursos de Formação de Operadores de Refinaria. Estes materiais – módulos didáticos, slides de apresentação, planos de aula, gabaritos de atividades – procuram integrar os saberes técnico-práticos dos operadores com as teorias; desta forma não podem ser tomados como algo pronto e definitivo, mas sim, como um processo contínuo e permanente de aprimoramento, caracterizado pela flexibilidade exigida pelo porte e diversidade das unidades da Petrobras.

Contamos, portanto, com a sua disposição para buscar outras fontes, colocar questões aos instrutores e à turma, enfim, aprofundar seu conhecimento, capacitando-se para sua nova profissão na Petrobras.

Nome: _____

Cidade: _____

Estado: _____

Unidade: _____

Escreva uma frase para acompanhá-lo durante todo o módulo.

Sumário

1	HISTÓRICO DE MANUTENÇÃO	7
1.1	Introdução	7
1.1.1	A Primeira Geração	7
1.1.2	A Segunda Geração	7
1.1.3	A Terceira Geração	7
1.2	Manutenção – Conceitos Principais	8
1.2.1	Manutenção eficiente e manutenção eficaz	8
1.2.2	Custo de Manutenção	8
1.2.3	Confiabilidade	8
1.2.4	Manutenção Centrada na Confiabilidade	9
1.2.5	Disponibilidade	10
1.2.6	Mantenabilidade	10
1.3	Produto da Manutenção	11
1.4	Trabalho em Equipe	12
1.5	Tipos de Manutenção	13
1.5.1	Manutenção Corretiva	13
1.5.2	Manutenção Preventiva, Preditiva e Detectiva	14
1.5.3	Engenharia de Manutenção	14
1.6	Sistemas de Controle da Manutenção	15
1.6.1	Introdução	15
1.6.2	Sistemas de Controle	15
1.7	Política e diretrizes da manutenção	22
1.7.1	Política	22
1.7.2	Diretrizes	22

Histórico de Manutenção

1

1.1 Introdução

O conceito de manutenção, assim como a grande maioria dos conceitos relacionados com a indústria, foi modificado ao longo do tempo, em função das necessidades cada vez maiores e dos estudos correspondentes que procuravam responder a essas necessidades. Assim, até bem pouco tempo, o conceito predominante era de que a missão da manutenção consistia em restabelecer as condições originais dos equipamentos ou sistemas. Hoje, é possível afirmar que a missão da manutenção é:

- *garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados.*

Acompanhe, a seguir, um breve histórico de evolução dos conceitos de manutenção.

1.1.1 A Primeira Geração

A Primeira Geração abrange o período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria, superdimensionados.

Aliado a tudo isto, devido à conjuntura econômica da época, a questão da produtividade não era prioritária. Conseqüentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada; apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra, ou seja, a manutenção era, fundamentalmente, corretiva.

1.1.2 A Segunda Geração

Esta geração vai desde a Segunda Guerra Mundial até os anos 60. As pressões do período da guerra aumentaram a demanda por todo tipo de produtos, ao mesmo tempo em que o contingente de mão-de-obra industrial diminuiu sensivelmente. Como conseqüência, neste período, houve forte aumento da mecanização, bem como da complexidade das instalações industriais.

Começa a se evidenciar a necessidade de mais disponibilidade, bem como maior confiabilidade: a indústria estava bastante dependente do bom funcionamento das máquinas. Isto levou à idéia de que falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de **manutenção preventiva**.

Na década de 60, esta manutenção consistia em intervenções nos equipamentos feitas a intervalo fixo.

O custo da manutenção também começou a se elevar muito em comparação com outros custos operacionais. Esse fato fez aumentar os sistemas de planejamento e controle de manutenção que, atualmente, são parte integrante da manutenção moderna.

Finalmente, a quantidade de capital investido em itens físicos, juntamente com o nítido aumento do custo deste capital levou as pessoas a buscarem meios para aumentar a vida útil dos itens físicos.

1.1.3 A Terceira Geração

A partir da década de 70, acelerou-se o processo de mudança nas indústrias. A paralisação da produção era uma preocupação generalizada, já que diminui a capacidade de produção, aumenta os custos e afeta a qualidade dos produtos. Na manufatura, os efeitos dos períodos de paralisação foram se agravando pela tendência mundial de utilizar sistemas *just-in-time*, em que estoques reduzidos para a produção em andamento significam que pequenas pausas na produção/entrega, naquele momento, poderiam paralisar a fábrica.

O crescimento da automatização e da mecanização passou a indicar que confiabilidade e disponibilidade tornaram-se pontos-chave em setores tão distintos quanto saúde, processamento de dados, telecomunicações e gerenciamento de edificações.

Maior automação também significa que falhas cada vez mais freqüentes afetam nossa

capacidade de manter *padrões de qualidade* estabelecidos. Isso se aplica tanto aos padrões do serviço, quanto à qualidade do produto; por exemplo, falhas em equipamentos podem afetar o controle climático em edifícios e a pontualidade das redes de transporte.

Cada vez mais, as falhas provocam sérias conseqüências na *segurança e no meio ambiente*, em um momento em que os padrões de exigência nessas áreas estão aumentando rapidamente. Em algumas partes do mundo, as empresas devem satisfazer as expectativas de segurança e de preservação ambiental, ou podem ser impedidas de funcionar.

Na Terceira Geração, reforçou-se o conceito de uma manutenção preditiva. *A interação entre as fases de implantação de um sistema (projeto, fabricação, instalação e manutenção) e a Disponibilidade/Confiabilidade torna-se mais evidente.*

Tabela 1: Evolução da Manutenção

Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração
1930 1940	1970	2000
AUMENTO DA EXPECTATIVA EM RELAÇÃO À MANUTENÇÃO		
- Conserto após a falha	- Disponibilidade crescente - Maior vida útil do equipamento	- Maior disponibilidade e confiabilidade - Melhor custo-benefício - Melhor qualidade dos produtos - Preservação do meio ambiente
MUDANÇAS NAS TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO		
- Conserto após a falha	- Computadores grandes e lentos - Sistemas manuais de planejamento e controle do trabalho - Monitoração portempo	- Monitoração de condição - Projetos voltados para confiabilidade e manutenção - Análise de risco - Computadores pequenos e rápidos - Softwares potentes - Análise de modos e efeitos da falha (FMEA) - Grupos de trabalho multidisciplinares
1930 1940	1970	2000
Primeira Geração	Segunda Geração	Terceira Geração

quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada.

- Eficiência: fazer certo a intervenção.
- Eficácia: fazer a intervenção certa.

Estrategicamente, a manutenção precisa medir qual é a sua contribuição para:

- faturamento e lucro da empresa;
- segurança da instalação;
- segurança das pessoas;
- preservação ambiental.

E, mais do que isto, é preciso que todas as pessoas envolvidas tenham conhecimento destes dados.

O gerenciamento estratégico da atividade de manutenção consiste em ter a equipe atuando para evitar que ocorram falhas, e não apenas na correção rápida destas falhas.

Pode ser comparada a uma brigada de incêndio: quando o incêndio ocorre, a brigada deve extingui-lo da forma mais rápida possível, mas a principal atividade da brigada é evitar a ocorrência de novos incêndios.

1.2.2 Custo de Manutenção

Existe uma grande preocupação gerencial em reduzir o custo de manutenção, e isto é saudável à medida que se constata que, na quase totalidade das empresas brasileiras e na maioria das empresas internacionais, o custo de manutenção é elevado e não compatível com a competitividade globalizada.

O custo anual de manutenção representa, em média, 4,39% do faturamento bruto das empresas e, por este motivo, uma redução de custo na manutenção mal conduzida pode levar à perda de faturamento e lucro da organização.

1.2.3 Confiabilidade

Quando se pergunta, quais são as características desejáveis em um produto, certamente a resposta seria que ele deveria ter uma vida útil ilimitada, e que, durante esta, funcionasse isento de falhas. É claro que isso dificilmente será um dia alcançado. As limitações de ordem física, econômica e social impõem restrições à vida útil, o que indica a possibilidade de falhas em cada equipamento. Ou seja, durante uma vida útil de determinado sistema/equipamento, tem-se situações indesejáveis sob o ponto de vista do usuário, que deverão ser avaliadas dentro de parâmetros estatísticos de custos e possibilidades de ocorrências.

8 1.2 Manutenção – Conceitos Principais

1.2.1 Manutenção eficiente e manutenção eficaz

A atividade de manutenção precisa ser eficiente e eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rapidamente,

Esse pensamento pode levar a uma conceituação de Confiabilidade, termo que define uma das mais importantes premissas da manutenção:

Confiabilidade é a probabilidade de que um componente, equipamento ou sistema exercerá sua função sem falhas, por um período de tempo previsto, sob condições de operação especificadas.

Na definição, confiabilidade é uma medida estatística (probabilidade), determinada pelo grau de admissibilidade abaixo da qual a função não é mais satisfatória (falha), dentro de um determinado tempo definido (ou seja, em intervalos diferentes de tempo, haverá diferentes níveis de confiabilidade), e sob condições definidas de uso (o mesmo equipamento sujeito a duas condições diferentes de uso, apresentará diferentes confiabilidades em cada caso).

Todo item, componente, máquina ou equipamento, é projetado e fabricado para atender a uma especificação. Ou seja, qualquer equipamento ao ser projetado tem por base a função que irá desempenhar. Nesse aspecto, o desempenho dos equipamentos pode ser analisado por dois enfoques:

- **desempenho inerente** – é o desempenho que o equipamento é capaz de fornecer;
- **desempenho requerido ou desejado** – é o desempenho que se quer obter do equipamento.

Essa caracterização é importante, porque a manutenção consegue apenas recuperar o desempenho inerente do equipamento. Se o desempenho do equipamento não é o desejado, ou se reduz a expectativa ou se introduzem modificações.

Em termos financeiros, a importância da Confiabilidade pode ser verificada por:

- plantas que apresentam alta confiabilidade também têm menores custos operacionais (de manutenção; redução de produtos fora de especificação; consumo de energia; etc) pela redução de falhas em equipamentos;
- as falhas reduzem a produção e, conseqüentemente, os lucros;
- as falhas podem interferir na qualidade dos produtos;
- quanto mais competitiva, maior a chance de sobrevivência da empresa.

Entretanto, manter a confiabilidade alta também implica custos e, obviamente, existe um limite acima do qual não vale a pena investir.

1.2.4 Manutenção Centrada na Confiabilidade

Para que a confiabilidade seja incrementada, ou seja, para que um item, sistema ou equipamento passe a atender ao desempenho requerido, é necessária a introdução de um novo conceito, o de *Manutenção Centrada na Confiabilidade*.

A *Manutenção Centrada na Confiabilidade* é um processo usado para determinar o que precisa ser feito para assegurar que qualquer item físico continue a cumprir as funções *desejadas no seu contexto operacional atual*.

Nesse processo, várias ferramentas podem ser utilizadas, primeiramente, a fim de quantificar custos importantes e número de falhas, e, posteriormente, para resolver os problemas de modo eficaz, tais como FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha); RCFA (Análise das Causas Raízes da Falha); o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas); etc.

A *Manutenção centrada na Confiabilidade* procura responder a sete questões básicas:

1. Quais são as funções do item no seu contexto atual?
2. De que forma ele falha em cumprir suas funções?
3. O que causa cada falha operacional?
4. O que acontece quando ocorre cada falha?
5. De que forma cada falha tem importância?
6. O que pode ser feito para prevenir cada falha?
7. O que deve ser feito se não for encontrada uma tarefa preventiva apropriada?

As respostas a tais questões básicas devem ser dadas por uma equipe multidisciplinar, formada por componentes da Operação, da Manutenção, Inspeção de Equipamentos, e Segurança.

Fundamentalmente, esse grupo possui as seguintes características:

- grupo pequeno;
- habilidades complementares;
- propósito comum;
- conjunto de objetivos de performance (indicadores);
- conjunto de princípios comuns a outros grupos da planta;
- responsabilidade mútua.

Entre os benefícios dessa busca pelo aumento da Confiabilidade podem ser citados: incremento no conhecimento que a operação tem do equipamento; garantia de que os recursos da manutenção serão aplicados onde o efeito é maior; melhoria das condições ambientais e de segurança; aumento de vida útil do equipamento; compartilhamento dos problemas da manutenção; senso de equipe e motivação de pessoal entre outros.

1.2.5 Disponibilidade

Disponibilidade é a probabilidade que um sistema esteja em condição operacional no instante determinado.

É comum, na prática, se fazer uma certa confusão entre Disponibilidade e Confiabilidade. O seguinte exemplo ilustra bem a questão: a disponibilidade da lâmpada de iluminação da mesa de cirurgia de um neurocirurgião é altíssima, da ordem de um milhão de horas, porém de nada adianta se ela apagar por 5 segundos no meio de uma cirurgia, ou seja, não tiver a adequada confiabilidade quando necessária. Para aumentar a confiabilidade, neste caso, pode ser usado sistema redundante de iluminação, *no-break*, entre outros.

A Disponibilidade de um sistema é definida pela seguinte relação:

$$DISP = \frac{TOPT}{TOPT + TRPT}$$

Em que:

TOPT = â dos tempos de disponibilidade e/ou operação;

TRPT = â dos tempos de indisponibilidade.

1.2.6 Manutenibilidade

A maioria dos sistemas sofre manutenção, ou seja, são reparados quando falham e sofrem outras atividades para mantê-los operando. A facilidade com que se efetuam reparos e outras atividades de manutenção determinam a Manutenibilidade de um sistema/equipamento. Por exemplo, uma válvula importada, cujo tempo de reposição de qualquer componente seja elevado, terá uma baixa manutenibilidade. Trata-se, portanto, da facilidade de se recolocar um equipamento em operação, a partir do momento em que falha.

Sob o ponto de vista da matemática, tem-se uma definição mais objetiva: Manutenibilidade é a probabilidade do equipamento ser recolocado em condições de operação dentro

de um dado período de tempo, quando a ação de manutenção é executada de acordo com os procedimentos prescritos.

Não devem ser confundidos os termos Manutenção (conjunto das ações destinadas a manter ou recolocar um item em um estado em que possa executar sua função requerida) e Manutenibilidade (característica de projeto que define a facilidade de manutenção, o tempo de manutenção, os custos e as funções que o item executa).

O maior ou menor grau de facilidade em executar a manutenção de um equipamento pode ser medido pelo tempo médio para reparo (*Mean Time to Repair* ou MTTR).

$$MTBF = \frac{TOPT}{n} \quad MTTR = \frac{TRPT}{n}$$

Em que:

MTBF = Tempo Médio Entre Falhas (*Mean Time Between Failures*);

MTTR = Tempo Médio para Reparo (*Mean Time to Repair*);

TOPT = â dos tempos de disponibilidade e/ou operação;

TRPT = â dos tempos de indisponibilidade;

n = número de intervenções.

Verifica-se que a disponibilidade do equipamento ou sistema está relacionada com o tempo de indisponibilidade, que inclui o tempo de reparo propriamente dito e todas as esperas que retardem a colocação do equipamento disponível para a operação.

Alguns princípios podem ser considerados como fundamentais em busca da melhoria da manutenibilidade:

1. A Manutenibilidade deve sempre estar associada aos conceitos fundamentais de qualidade, segurança, custos, tempo.
 - Qualidade do serviço a ser executado (e entregue).
 - Segurança do pessoal que executa o serviço e da instalação.
 - Custos envolvidos, incluindo perdas de produção.
 - Tempo ou indisponibilidade do equipamento.
2. A Manutenibilidade será melhor se os seguintes critérios relacionados à área de suprimentos forem adotados:
 - intercambialidade;
 - padronização de sobressalentes;
 - padronização de equipamentos na planta.

3. Sistemas de detecção e indicação de desgaste, condições anormais ou falhas (monitoramento) fazem parte da melhoria da manutenibilidade da planta, pois permitem atuação orientada do pessoal de manutenção.
4. A Manutenibilidade será tanto maior, quanto mais sejam adotadas técnicas comuns, clássicas ou de domínio geral, que não exijam habilidades especiais do pessoal da manutenção.
5. Os equipamentos devem apresentar facilidade de montagem e desmontagem, que incluem:
 - utilização de ferramentas universais (não especiais);
 - acesso (escadas, passarelas, bocas de visita, portas de inspeção, espaço suficiente para fazer regulagens ou colocar ferramentas). Esse é o item menos observado no projeto e que mais problemas causa à manutenção;
 - fácil retirada e colocação de subconjuntos, instrumentos ou acessórios que exijam manutenção, aferição ou inspeção com frequência elevada;
 - paus de carga, turcos, macaquinhos e dispositivos que permitam movimentação de peças ou componentes de mais pés, principalmente em locais onde o acesso de máquinas de elevação de carga é prejudicado;
 - simplicidade de projeto, a fim de evitar regulagens e verificações complexas após desmontagem;
 - alternativas para que a atuação do pessoal de manutenção seja feita em local seguro e longe de exposição de ambiente agressivo.
6. As informações relativas à manutenção devem ser claras e concisas e de fácil compreensão. Tais informações devem permitir:
 - treinamento do pessoal;
 - estabelecimento de política de manutenção;
 - estabelecimento de padrões simplificados de manutenção;
 - inserção de dados, desenhos e diagramas em computador (solicitar ao fabricante entrega dos dados em meio magnético ou CD-ROM).

1.3 Produto da Manutenção

A produção é, de maneira básica, composta pelas atividades de operação, manutenção e engenharia. Existem outras atividades que dão suporte à produção: suprimento, inspeção de equipamentos, segurança industrial, entre outras.

O único produto que a operação deseja comprar da manutenção e da engenharia chama-se **maior disponibilidade confiável ao menor custo**. Às vezes, o aumento da confiabilidade é feito com prejuízo da disponibilidade; em sistemas de alta complexidade e risco, este balanço tende a caminhar para o lado da segurança, por exemplo, sistemas de intertravamento que privilegiam a segurança do equipamento.

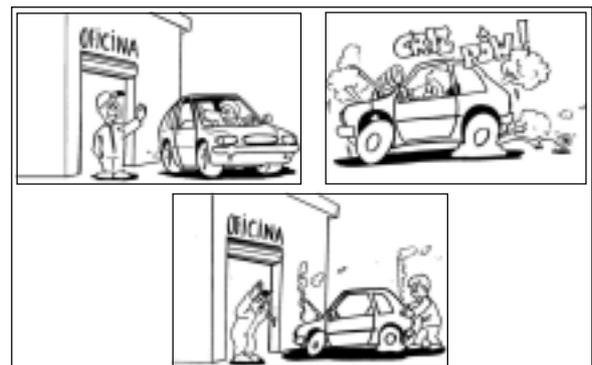
Quanto maior for a Disponibilidade, menor será a Demanda de Serviços, e a medida desta dá, de maneira indireta, a medida daquela.



Disponibilidade x Demanda de Serviços.

O aumento da disponibilidade, da qualidade do atendimento, da segurança e da redução de custos passa, necessariamente, pela redução da demanda de serviços, que tem as seguintes causas básicas:

- **Qualidade da Manutenção** – A falta de qualidade na manutenção provoca o “retrabalho”, que nada mais é do que uma falha prematura. A Figura a seguir mostra todo o fracasso da manutenção e a frustração do cliente quando isto acontece, além das perdas de produção decorrentes.



Retrabalho

- **Qualidade da Operação** – do mesmo modo, sua não-qualidade provoca uma falha prematura, não por uma questão da qualidade intrínseca do equipamento/sistema, mas por uma ação operacional incorreta. Também, aqui, a consequência imediata é a perda de produção.
- **Qualidade da Instalação/Problemas Crônicos** – existem problemas que são decorrentes da qualidade não adequada do projeto da instalação e do próprio equipamento (*hardware*). Devido ao paradigma ultrapassado de restabelecer as condições dos equipamentos/sistemas, o homem de manutenção e a própria organização habituaram-se a não buscar a causa básica dos problemas e, com isto, dar uma solução definitiva que evite a repetição da falha. Com este procedimento, é comum conviver com problemas repetitivos, ainda que de solução conhecida. Isto traduz uma cultura conservadora que precisa ser mudada.
- **Qualidade da Instalação/Problemas Tecnológicos** – a situação é exatamente a mesma da anterior, apenas a solução não é de todo conhecida, o que exigirá uma engenharia mais aprofundada que redundará em melhorias ou modernização dos equipamentos/sistemas.
- **Serviços Desnecessários** – isto acontece não só devido a uma filosofia errada de aplicar uma manutenção preventiva exagerada, sem se considerar o binômio Custo x Benefício, como, também, por uma natural insegurança, pelo excesso de falhas, que levam os homens de manutenção e de operação a agirem “preventivamente” em excesso.

Pode-se afirmar, com certeza, que esta demanda de serviços pode ser sensivelmente reduzida!



Demanda de Serviços.

A visão estratégica da manutenção pode ser resumida no quadro a seguir:

Visão estratégica da manutenção		
Disponibilidade ↑ Produção ↑	Q - Manutenção ↑ Q - Operação ↑ Q - Instalação	Custo de Manutenção ↓

Q – qualidade

Visão estratégica da manutenção.

1.4 Trabalho em Equipe

O trabalho em equipe é o fator crítico de sucesso da manutenção e a maior dificuldade das organizações. Constitui uma das principais causas que determina o sucesso ou o fracasso empresarial. Às vezes, uma organização com muitos talentos individuais consegue resultados inferiores a uma outra com menos talentos individuais e mais espírito de equipe. Essa parceria, operação e manutenção, além da engenharia, é fundamental para o processo produtivo da empresa.



A Importância do Cliente.



Espírito de Equipe.

Na verdade, embora a questão da importância do trabalho em equipe já tenha sido tema de diversos cursos, seminários e congressos, tanto no Brasil, quanto no exterior, alguns sob o sugestivo título “A Guerra dos Aliados”, muitas empresas ainda não conseguiram que a manutenção e a operação formassem um verdadeiro time na busca de soluções para a

organização. Até pelo contrário, é comum encontrar especialistas em apontar o erro do outro sobre o qual ele não tem ação, esquecendo-se do seu próprio problema, sobre o qual ele pode e deve agir.

A questão é abrangente e envolve não só a integração da manutenção com a operação, mas também com a engenharia, e deve ser buscada de duas maneiras:

- **educação** – através de um trabalho persistente de treinamento, vivências, visitas a empresas de alta competitividade, depoimentos de pessoas reconhecidas com experiências bem-sucedidas; enfim, é uma nova cultura em que todos reconhecem a importância deste tema, mas poucos conseguem implementá-lo. Ousa-se dizer que é uma questão de sobrevivência e, como tal, uma questão estratégica.
- **organização** – são necessários mecanismos organizacionais que favoreçam a formação destas equipes mistas de manutenção e operação, em trabalho integrado para a otimização do todo. Isto pode ser conseguido através de estrutura matricial, times multifuncionais, que envolvam operação, manutenção, engenharia, segurança, entre outras especialidades. As empresas que já estão no estágio da excelência empresarial têm o trabalho em equipe como um dos fatores críticos de sucesso.

A integração manutenção-operação é fundamental para a criação de equipes multifuncionais de análise da confiabilidade, independente das ferramentas utilizadas.

1.5 Tipos de Manutenção

Algumas práticas básicas definem os **tipos principais de manutenção**:

- Manutenção Corretiva não Planejada;
- Manutenção Corretiva Planejada;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Detectiva;
- Engenharia de Manutenção.

1.5.1 Manutenção Corretiva

É a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado. Desse modo, a ação principal na **Manutenção Corretiva** é **Corrigir** ou **Restaurar** as condições de funcionamento do equipamento ou sistema.

A manutenção deve ser organizada de tal maneira que o equipamento pare de produzir somente de forma planejada, para que se possa fazer uma **Manutenção Corretiva Planejada**. Quando o equipamento pára de produzir por si próprio, sem uma definição gerencial, há necessidade de uma intervenção não planejada ou uma **Manutenção Corretiva Não Planejada**. **Manutenção Corretiva Não Planejada** é a correção da falha aleatória.

É importante distinguir bem as consequências da **Manutenção Corretiva Planejada** da **Não Planejada**. Enquanto na **Planejada** a perda de produção é reduzida ou mesmo eliminada, além do que o tempo de reparo e o custo são minimizados; na **Manutenção Não Planejada** ocorre justamente o oposto. Esta se caracteriza pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, seja este uma falha ou um desempenho menor do que o esperado. Não há tempo para preparação do serviço.

Normalmente, a manutenção corretiva **não planejada** implica altos custos, pois a quebra inesperada pode acarretar perdas de produção, perda da qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção. Além disso, quebras aleatórias podem ter consequências bastante graves para o equipamento, isto é, a extensão dos danos pode ser bem maior. Em plantas industriais de processo contínuo (petróleo, petroquímico, cimento, etc.), estão envolvidas no seu processamento elevadas pressões, temperaturas, vazões, ou seja, a quantidade de energia desenvolvida no processo é considerável. Interromper processamentos desta natureza de forma abrupta para reparar um determinado equipamento compromete a qualidade de outros que vinham operando adequadamente e leva-os a colapsos após a partida ou uma redução da campanha da planta. Um exemplo típico é o surgimento de vibração em grandes máquinas que apresentavam funcionamento suave antes da ocorrência.

Quando uma empresa tem a maior parte de sua manutenção corretiva na classe **não planejada**, seu departamento de manutenção é comandado pelos equipamentos e o desempenho empresarial da organização, certamente, não está adequado às necessidades de competitividade atuais.

Manutenção Corretiva Planejada é a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão gerencial, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra.

Um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro do que um trabalho não planejado. E será sempre de melhor qualidade. A característica principal da manutenção corretiva **planejada** é função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do equipamento.

As razões que levam aos melhores resultados da Manutenção Corretiva Planejada são:

- possibilidade de compatibilizar a necessidade da intervenção com os interesses da produção;
- melhor planejamento dos serviços;
- garantia da existência de sobressalentes, equipamentos e ferramental;
- garantia da existência de recursos humanos com a qualificação necessária para a execução dos serviços e em quantidade suficiente, que podem, inclusive, ser buscados externamente à organização.

1.5.2 Manutenção Preventiva, Preditiva e Detectiva

Manutenção Preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, de acordo com um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

Inversamente à política de Manutenção Corretiva, a Manutenção Preventiva procura obstinadamente evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura **prevenir**. Em determinados setores, como na aviação, a adoção de manutenção preventiva é imperativa, pois o fator segurança sobrepõe-se aos demais.

A Manutenção Preventiva, adotada em exagero no passado sem uma adequada análise do custo x benefício, só deve ser realizada nos seguintes casos:

- quando não é possível a preditiva;
- quando estão envolvidas seguranças pessoal e operacional;
- quando há oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação;
- em sistemas complexos e de operação contínua – ex. petroquímica e siderúrgicas, dentre outras;
- quando pode colocar em risco o meio ambiente.

A manutenção Preditiva, também conhecida por Manutenção Sob Condição ou Manutenção com Base no Estado do Equipamento, pode ser definida como a atuação realizada com base em modificação de parâmetro de

condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.

Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento de parâmetros diversos, com o intuito de permitir a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Na realidade, o termo associado à Manutenção Preditiva é o de **prever** as condições dos equipamentos. A Manutenção Preditiva privilegia, portanto, a disponibilidade à medida que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento produzindo.

Manutenção Detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção, de forma a detectar falhas ocultas ou não-perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

Desse modo, tarefas executadas para verificar se um sistema de proteção ainda está funcionando representam a Manutenção Detectiva. Um exemplo simples e objetivo é o botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis.

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

1.5.3 Engenharia de Manutenção

Praticar a Engenharia de Manutenção significa deixar de ficar consertando continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, desenvolver manutenibilidade, dar *feedback* ao projeto, interferir tecnicamente nas compras, perseguindo o *benchmarking* em manutenção.

A medida que melhores técnicas vão sendo introduzidas, os resultados da manutenção vão sendo melhorados. Uma planta voltada para manutenção corretiva, ou seja, comandada pela quebra aleatória dos equipamentos, apresenta resultados medíocres. Esses resultados são levemente melhorados com a prática da manutenção preventiva, e sofrem um sensível incremento com a prática da manutenção preditiva.

No estágio de manutenção preditiva, a máxima disponibilidade para a qual os equipamentos foram projetados é alcançada, o que proporciona o aumento na produção e faturamento. Os dados coletados na Manutenção

preditiva, tais como curvas de tendência, dados instantâneos e valores de alarme, guiarão recomendações para intervenção, antes da falha ocorrer.

No momento em que a estrutura de manutenção dessa planta estiver utilizando para análise, estudo e proposições de melhoria de todos os dados que o sistema de preditiva coleta e armazena, estará praticando a Engenharia de Manutenção. A Engenharia de manutenção utiliza dados adquiridos pela Manutenção para melhorar sempre.

1.6 Sistemas de Controle da Manutenção

1.6.1 Introdução

Para harmonizar todos os processos que a integram, é fundamental a existência de um Sistema de Controle da Manutenção, que permitirá, entre outras coisas, identificar claramente:

- que serviços serão feitos;
- quando os serviços serão feitos;
- 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 custo global;
- que materiais serão aplicados;
- que máquinas, ferramentas e dispositivos serão necessários.

Além disso, o sistema possibilitará:

- nivelamento de recursos – mão-de-obra;
- programação de máquinas operatrizes ou de elevação de carga;
- registro para consolidação do histórico e alimentação de sistemas especialistas;
- priorização adequada dos trabalhos.

Pode-se afirmar que, até 1970, os Sistemas de Planejamento e Controle da Manutenção, no Brasil, eram todos manuais. A partir dessa data, grandes empresas começaram a utilizar computadores para realizar o controle da manutenção. Utilizavam-se computadores de grande porte como os IBM.

Nesses computadores, o desenvolvimento de um sistema para controle da manutenção era muito caro, além de bastante demorado. Os documentos eram preenchidos manualmente, recolhidos no final do dia, digitados e durante a noite era feito o processamento, de modo que, no dia seguinte, a programação de serviços estivesse disponível.

O primeiro programa de computador, para a manutenção, surgiu em 1964, na Petrobras, desenvolvido na Refinaria Duque de Caxias (Rio de Janeiro), destinado a auxiliar o planejamento de paradas de manutenção. O programa era processado em um computador IBM 1130, tinha a capacidade para processar 1.400 tarefas por projeto e seu processamento demorava 20 horas.

O primeiro *software* para planejamento e controle da manutenção rotineira foi desenvolvido por Furnas Centrais Elétricas no ano de 1970.

O Sistema de Gerenciamento da Manutenção – SIGMA, desenvolvido na Petrobras, começou a operar em 1975, baseado em um desenvolvimento feito pela refinaria Gabriel Passos (Betim-MG), em 1973, denominado Procex, que era processado em computadores IBM.

Até 1983, os *softwares* existentes para controle da manutenção eram desenvolvidos dentro das grandes empresas e processados em máquinas de grande porte. A partir dessa data começaram a ser oferecidos programas desenvolvidos no exterior, que podiam ser processados em computadores de médio e grande porte.

A partir do desenvolvimento de microcomputadores, aliado à disponibilidade de novas linguagens, cresceu sensivelmente a oferta de *softwares*, tanto por empresas nacionais, como por estrangeiras. Em 1993, já existiam cerca de 30 empresas oferecendo *softwares* para a área de manutenção.

1.6.2 Sistemas de Controle

Os sistemas de controle de manutenção podem ser divididos em dois blocos:

Sistemas de Controle da Manutenção de Rotina

Manutenção de Rotina é aquela realizada no dia-a-dia, sem grandes perturbações no processo produtivo.

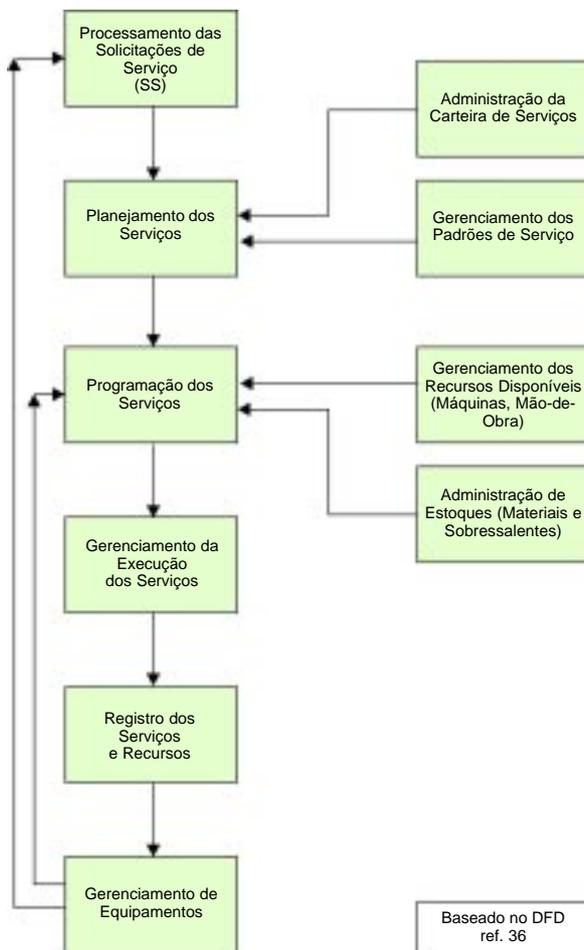
Sistemas de Controle de Paradas

Paradas de Manutenção são grandes eventos de reparo e inspeção de equipamentos, que exigem interrupção da atividade produtiva total ou parcial da planta por determinado período. Como a interrupção da produção caracteriza baixo faturamento, normalmente, as paradas de manutenção estão centradas na execução em menor período possível, mas pode ocorrer que, estrategicamente, a parada esteja centrada na realização pelo menor custo possível, ou ainda uma combinação das duas.

Sistemas de Controle da Manutenção de Rotina

Na figura seguinte, encontram-se esquematizadas as atividades atribuídas à Manutenção, a partir da identificação do problema, até a conclusão dos serviços.

O diagrama apresentado permite visualizar, de modo global, os processos que compõem a estrutura do controle e planejamento da manutenção de rotina.



A seguir estão detalhados os principais processos, constantes do diagrama, que costumam ser referidos nos *softwares* disponíveis no mercado como “módulos”.

Processamento das Solicitações de Serviço

É a entrada (*input*) do sistema em relação aos serviços do dia-a-dia. Os serviços, independentemente de sua origem, devem ser pedidos através da Solicitação de Serviços.

Normalmente, as Solicitações de Serviços são oriundas da área operacional – de produção, da inspeção de equipamentos e da própria manutenção.

Antes da inclusão da solicitação no sistema, deve haver uma sistemática de verificação que, dentre outras coisas, questione:

- A solicitação é procedente?
 - Qual a sua prioridade?
 - O serviço enquadra-se na manutenção do dia-a-dia ou é serviço de parada ou ainda serviço especial?
 - O serviço é atividade de manutenção?
- É importante que o planejamento atue “filtrando” os serviços solicitados, e somente programe aqueles que se justificam.

Quando a solicitação do serviço é incluída no sistema, ela:

- recebe um número;
- define a prioridade do serviço;
- define a especialidade responsável pelo serviço;
- identifica o código do equipamento (Tag), para posterior levantamento histórico tanto de manutenção, quanto de custos;
- identifica o centro contábil de onde serão debitados os custos;
- identifica o local de realização dos trabalhos;
- traz o nome do solicitante, o que possibilita contato para posterior esclarecimento de dúvidas;
- traz a descrição mais completa possível dos sintomas da falha, com o intuito de permitir um melhor planejamento dos trabalhos;
- registra o dia em que foi solicitado o serviço.

Planejamento dos Serviços

O planejamento dos serviços é uma etapa importantíssima, independente do tamanho e complexidade do serviço. Normalmente, o planejamento da manutenção do dia-a-dia pode ser feito em um tempo muito curto. Já o mesmo não se afirma sobre o planejamento de paradas, que pode demandar meses para execução.

Normalmente, o planejamento executa as seguintes atividades:

Detalhamento do Serviço

Nessa fase, são definidos as principais tarefas que compõem o trabalho, os recursos necessários e qual o tempo estimado para cada uma delas.

Define-se também a dependência entre as tarefas. No exemplo, só é possível executar a tarefa 4, após executadas as tarefas 2 e 3.

Exemplo: Revisão Geral de uma Bomba Centrífuga de Processo.

Tarefa	Descrição	Dep.	Recurso	Qte.	H
1	Desenergizar, drenar e liberar equipamento		Operador	1	1
2	Soltar flanges e retirar tubulações auxiliares e desacoplar	1	Mecânico	2	1
3	Retirar instrumentos	1	Instrumentista	1	0,5
4	Retirar bomba da base e levar para a oficina	2,3	Mecânico	2	0,5
5	Lavar o equipamento, desmontar e inspecionar peças	4	Mecânico	2	2
6	Pintar a base conforme Recomendação de Inspeção	4	Pintor	1	3
7	Substituir peças, balancear e montar	5	Mecânico	2	3
8	Levar equipamento para a base e instalar	5,6	Mecânico	2	2
9	Montar instrumentos	8	Instrumentista	1	0,5
10	Testar e fazer relatório de manutenção	8	Mecânico	1	1

Dep. = dependência.

Qte = Quantidade de pessoas.

H = Tempo para execução.

O exemplo mostra um serviço relativamente simples. À medida que os serviços vão ficando mais complexos, aumenta a necessidade de maior detalhamento.

O planejamento também deve fornecer uma análise prévia do serviço a ser executado, com o objetivo de trazer informações básicas aos executantes, de modo que eles não percam tempo indo e vindo do local de trabalho para buscar ferramentas, analisar desenhos ou consultar catálogos. Os principais pontos, previamente analisados, são os seguintes:

- ferramentas necessárias, que não fazem parte da caixa de ferramentas do executante. Por exemplo, mesmo que um mecânico tenha um jogo de chaves-de-boca, dificilmente ele terá uma chave de 2,3/4”, necessária para soltar parafusos de fixação dos pés de um motor elétrico.
- facilidades existentes no local do serviço. Caso seja necessária a instalação de um painel de campo, que fará alimentação de uma bomba para esgotamento de um tanque, a análise prévia fornecerá um croqui de onde e como deve ser “puxada” a ligação e evita que o executante “descubra” esses detalhes apenas na hora do serviço.
- aspectos ligados à segurança – recomendações importantes, aos executantes, relacionadas com as condições do serviço.
- dados sobre o equipamento – informação sobre o produto, temperatura, pressão, vazão entre outras.
- recomendações especiais.

Várias dessas informações podem estar contidas em módulo específico do *software*, a pedido do usuário, para que sejam impressas no momento da entrega do serviço ao executante.

Orçamento dos Serviços

Normalmente, os sistemas atuais possuem um módulo de orçamento e apropriação de custos. O usuário fornece as tabelas com os valores de custo de recursos humanos, hora/máquina e materiais, e o sistema fornece a orçamentação do serviço a partir da apropriação.

O custo, além de ser utilizado na área contábil da empresa, realimenta o módulo de planejamento de serviço, ficando disponível para utilizações futuras.

Análise Preliminar (AP)

O planejamento só pode ser considerado completo quando, além do detalhamento da sequência de atividades e dos recursos a serem utilizados, houver a certeza sobre as alterações que a intervenção pode proporcionar no sistema; o impacto que o serviço pode ter no meio-ambiente; e de que modo a intervenção pode afetar a segurança das instalações e pessoas.

Nessa etapa do planejamento, é elaborado um documento chamado AP (Análise Preliminar), realizado por uma reunião entre operação; manutenção e segurança, que procurará prever todos os impactos da intervenção sob os aspectos acima. Essa equipe é a mínima necessária, mas tem autoridade suficiente para requisitar apoio de outras áreas da empresa (Inspeção de Equipamentos, Engenharia, ou qualquer outro), para auxiliar a elaboração do documento.

A confecção do documento comprova que todos os recursos foram empregados na busca da segurança total durante a intervenção.

O Planejamento, então, incorpora a sequência de atividades, os recursos necessários (material e mão-de-obra), os tempos estimados, as ferramentas e procedimentos, diagramas esquemáticos, croquis de instalação, orçamentação, análise de impactos no ambiente, no sistema, e na segurança das instalações e das pessoas. Feita toda essa análise, o serviço estará apto para entrar na fila para ser programado para execução.

Programação dos Serviços

A programação dos serviços é a etapa que define quais são os serviços no dia ou semana seguinte, função das prioridades já definidas, data de recebimento da solicitação de serviços, recursos disponíveis (mão-de-obra, material, máquinas) e liberação pela produção.

A programação dos serviços segue algumas regras já consagradas pelo uso, que são utilizadas tanto na programação feita manualmente, como nos *softwares*.

- **Prioridades** – são definidos quatro tipos de prioridades para os serviços:
 1. **Urgente** – o serviço deverá ser realizado imediatamente: as consequências da falha já estão sendo sentidas, seja no processo produtivo, na segurança das pessoas/equipamento, ou em agressão ao meio-ambiente;
 2. **Importante** – serviços que devem ser realizados em um curto espaço de tempo, pois podem interferir no processo produtivo, na segurança das pessoas/equipamentos ou resultar em agressão ao meio-ambiente.
 3. **Prioritário** – serviços cuja execução pode esperar um tempo mais longo, pois a função dos equipamentos não está perdida, ou ainda pode ser realizada por outros equipamentos.
 4. **Não prioritário** – serviços que não interferem na capacidade produtiva da unidade e, por isso, podem aguardar um melhor momento para execução.

- Os serviços de maior prioridade são programados primeiro, seguidos pelos de prioridade imediatamente inferior, até os recursos disponíveis, naquela data, se esgotarem.
- **Data de recebimento da Solicitação de Serviços** – dentro de uma mesma prioridade, o sistema programa primeiro as Solicitações mais antigas.
- **Serviços com data marcada** – é um artifício utilizado para que os serviços iniciem-se em uma data determinada. Os serviços com data marcada têm prioridade sobre a antiguidade da solicitação.
- **Bloqueios** – quando ocorre falta de material, falta de informação, falta de ferramentas, necessidade de serviço externo ou falta de liberação, o sistema permite fazer um bloqueio para que a programação do serviço seja interrompida até que a causa do bloqueio seja resolvida.

Para exemplificar, tem-se, a seguir, a tabela de priorização dos serviços utilizada na Refinaria Presidente Getúlio Vargas (Repar). As prioridades são estabelecidas conforme o impacto que a falha causa, e conforme o tipo de serviço a ser realizado. Priorizações com número maior são atendidas, primeiramente, pela manutenção.

Gerenciamento da Execução dos Serviços

O gerenciamento da execução dos serviços, do ponto de vista do planejamento, está voltado para o seguinte:

- acompanhamento das causas de bloqueio de serviços;
- controle de *back-log*, que é a carteira de serviços da manutenção. Esse controle contempla a carga de serviço global e por especialidade. Assim, o sistema deve informar, por exemplo, qual a carga de trabalho para a manutenção complementar e, dentro dela, qual a carga para montador de andaime. Com isso, é possível auxiliar no dimensionamento das equipes de manutenção;
- acompanhamento da execução no tocante ao cumprimento da programação, isto é, se os serviços programados estão sendo executados e, se não, por quê;
- acompanhamento dos desvios em relação ao tempo de execução previsto. Caso haja desvios significativos, o tempo deve ser alterado para que o sistema continue programando o serviço.

Tabela: Priorização de Serviços

Impacto da Falha					
10	Equipamento sem reserva cuja falha provoque agressão ao Meio Ambiente ou risco às pessoas sem medida mitigadora	40	30	20	10
9	Equipamento sem reserva cuja falha provoque perda de qualidade de produto ou afete o atendimento ao Cliente sem as consequências descritas em 10	38	27	18	9
8	Equipamento sem reserva cuja falha afete a continuidade operacional sem as consequências descritas em 9 ou 10	32	24	16	8
7	Equipamento sem reserva cuja falha afete a otimização sem as consequências descritas em 8 ou 9 ou 10	28	21	14	7
6	Equipamento sem reserva cuja falha provoque agressão ao Meio Ambiente ou risco às pessoas com medida mitigadora ou equipamento com reserva operando em condição anormal cuja falha provoque as perdas descritas em 9 ou 10	24	18	12	6
5	Equipamento com reserva operando em condição anormal cuja falha afete a continuidade operacional sem as consequências descritas em 9 ou 10	20	15	10	5
4	Equipamento com reserva operando em condição anormal cuja falha afete a otimização sem as consequências descritas em 8 ou 9 ou 10	16	12	8	4
3	Equipamento com reserva operando em boas condições cuja falha provoque as perdas descritas em 8 ou 9 ou 10	12	9	6	3
2	Equipamento com reserva operando em boas condições cuja falha afete a otimização sem as consequências descritas em 8 ou 9 ou 10	8	6	4	2
1	Outros equipamentos cujas falhas não provocam riscos ao Meio Ambiente ou às pessoas ou perdas de Qualidade, de produção ou de otimização	4	3	2	1
Tipo de intervenção		4	3	2	1

Tipo de intervenção	
4	Trabalhos de manutenção corretiva
3	Trabalhos de manutenção preditiva/preventiva
2	Trabalhos para implementação de melhorias no processo ou de proteção anticorrosiva
1	Trabalhos de limpeza, pintura de acabamento ou arumação

	Urgente - Atendimento imediato
	Importante - Atendimento em até 7 dias
	Prioritário - Atendimento em até 15 dias
	Não Prioritário - Atendimento em até 60 dias

Observações:

- 1) Atendimento: início dos trabalhos com vista a soluções definitivas ou parciais, de acordo com a Operação.
- 2) Equipamento reserva: equipamento que executa a mesma função operacional daquele sujeito a manutenção, nas mesmas condições.
- 3) Entende-se por equipamentos também instrumentos de processo e linhas de tubulação.

Registro dos Serviços e Recursos

O registro dos serviços e recursos objetiva informar ao sistema:

- quais recursos foram utilizados (executantes), quantos homens/hora foram gastos no serviço e se este foi concluído ou não. Esse processo é conhecido como apropriação;
- que materiais foram aplicados;
- gastos com serviços de terceiros.

Gerenciamento de Equipamentos

Consiste em fornecer informações relevantes para o histórico dos equipamentos. Como mencionado no item Processamento das Solicitações de Serviço), o código incluído no sistema faz a ligação com o histórico do equipamento, o que permite a inserção desses dados.

Do ponto de vista do planejamento, o detalhamento deve ser arquivado para utilização numa programação. Do ponto de vista da especializada, dados relativos ao serviço e dados para análise da falha devem ser registrados.

Administração da Carteira de Serviços

Significa fazer o acompanhamento e análise, visando ter:

- acompanhamento orçamentário – previsão x realização global, e separada por especialidade, por área ou unidade operacional;
- cumprimento da programação pelas diversas áreas e especialidades;
- tempos médios de execução de serviços;
- índices de atendimento, incluindo demora entre solicitação e início dos serviços;
- *back-log* global, por especialidade e por área;
- composição da carteira de serviços – percentual por unidade, etc.;
- índices de ocupação da mão-de-obra disponível;
- índices de bloqueio de programação separado por causa.

Gerenciamento dos Padrões de Serviços

Apesar dos serviços de manutenção apresentarem uma característica de diversidade muito grande, é possível e importante o estabelecimento de padrões de manutenção. A manutenção em trocadores de calor, por exemplo, tem uma seqüência conhecida, que pode ser colocada sob a forma de detalhamento de serviços, com recursos necessários e tempo previsto. Isso se torna um padrão que será a

base das próximas programações. Além disso, os padrões podem incluir detalhes e particularidades relativos aos equipamentos, que muitas vezes passam despercebidos nos detalhamentos feitos às pressas.

Outra aplicação do Gerenciamento dos Padrões de Serviço é a interligação com os programas de Preventiva e Preditiva, que, na realidade, dependem de Detalhamento-Padrão para sua execução.

Gerenciamento dos Recursos

O Gerenciamento dos Recursos é consequência do Registro de Recursos, abordado anteriormente. Dentre os recursos, a mão-de-obra é a que mais necessita de gerenciamento, com vias à otimização de sua aplicação. Desse modo, o planejamento deve ter uma visão global da distribuição da mão-de-obra por toda a planta, com os quantitativos definidos por cada área de atuação.

Deve estar informado também da indisponibilidade de mão-de-obra, por afastamentos médicos, férias, licenças e outros, de modo que a programação de serviços seja confiável.

A disponibilidade de todas as máquinas cadastradas no sistema – máquinas operatrizes, máquinas de elevação de carga, etc. – deve ser de conhecimento do planejamento pelos mesmos motivos.

Administração de Estoques

Em virtude da interface manutenção suprimento, os *softwares* disponíveis no mercado incorporam um módulo de Gestão de Estoques. A informação de estoque, o acompanhamento de compra e o recebimento de materiais são fundamentais para que o planejamento administre bem a carteira de serviços.

Sistema de Controle de Paradas

Parada de Manutenção é um tipo de manutenção cíclica, levada a efeito nas instalações industriais, que visa a restaurar e/ou melhorar as condições dos equipamentos e instalações. É a atividade preventiva mais importante no ciclo de operação da planta ou instalação, montada a partir de dados da operação, manutenção e inspeção de equipamentos.

Pode-se comparar a parada de manutenção a uma montagem industrial, que é a concretização de um projeto. Entre o projeto e a montagem tem que existir a função de planejamento. Isso também é verdade na parada,

com uma pequena diferença: “o projeto”, nesse caso, é assumido também pelo planejamento.

A maioria das empresas, principalmente em grandes instalações, adota a figura do “grupo de paradas”, um grupo multidisciplinar composto de, pelo menos, uma participante de cada área cujo envolvimento é mais significativo na parada:

- manutenção – planejamento;
- suprimento – materiais;
- inspeção de equipamentos;
- operação.

A coordenação do grupo deve ser exercida por um gerente da área de produção, ou manutenção, ou ainda pelo superintendente das duas áreas.

O sistema de planejamento de paradas deve, preferencialmente, ser capaz de interagir com outros sistemas existentes na empresa, como *softwares* da área de suprimento, por exemplo.

Dentre as várias atividades do planejamento de uma parada de manutenção, estão listadas, a seguir, as mais significativas:

1. Cronograma Geral de Paradas de Unidades da Planta.
2. Cronograma Específico de Parada de uma determinada Unidade Operacional.
3. Constituição do Grupo de Paradas, que terá, entre outras, as seguintes atribuições:
 - 3.1. Relacionar, analisar e definir os serviços da parada.
 - 3.2. Discutir as interfaces existentes em nível local, na empresa, e com terceiros.
 - 3.3. Definir a filosofia da parada - tempo mínimo, custo mínimo ou os dois.
 - 3.4. Definir estratégias globais que incluem aspectos de compras, contratação, regime de trabalho, etc.
4. Delineamento dos Serviços de Parada.
5. Programação.
6. Emissão de Ordens de Serviços (ou Ordens de Trabalho).
7. Determinação do Caminho Crítico.
8. Nivelamento de Recursos.
9. Projeto de Facilidades de Manutenção e dispositivos para melhoria da manutenibilidade e melhoria da segurança geral na Parada.
10. Contratação de Pessoal Externo.
11. Compra de Material.
12. Preparativos Preliminares – incluem preparação da área, montagem de dispositivos, preparação de rotas de fuga (quando necessária), construção de acessos alternativos, montagem de andaimes, montagem de painéis elétricos para ligação de máquinas de solda, montagem de containers na área, etc.
13. Acompanhamento dos Serviços.
14. Atualização das Tarefas Programadas e Inclusão de Novos Serviços.
15. Apropriação e lançamento no programa.
16. Catalogação das recomendações de inspeção.
17. Registro fotográfico e documental das condições dos equipamentos (relatórios técnicos).
18. Acompanhamento dos testes finais.
19. Acompanhamento da partida da unidade.
20. Avaliação da parada e emissão de relatórios técnicos e gerenciais.

Após as definições pertinentes ao serviço a ser realizado, toda a estrutura da empresa aguarda que o planejamento emita o cronograma segundo o qual a parada irá se desenvolver. Em virtude do grande número de tarefas e variedade de recursos, duas ferramentas são fundamentais no planejamento e programação de paradas de manutenção: O Diagrama **PERT-CPM**, e o **Nivelamento de Recursos**.

O PERT é uma técnica de avaliação e revisão de programa, encomendado pela NASA à *Booz Allen and Hamilton* e utilizado pela primeira vez em 1958, pela marinha Americana no programa Polaris.

Pela metodologia do PERT, todo e qualquer empreendimento deve ter uma seqüência ótima de suas atividades, de tal modo que permita um perfeito entrosamento entre o controle e a execução. Mostra graficamente o melhor caminho para se alcançar um objetivo predeterminado, geralmente em termos de tempo. Isso é mostrado por um diagrama de flechas que mostra a seqüência de atividades e a interdependência entre elas.

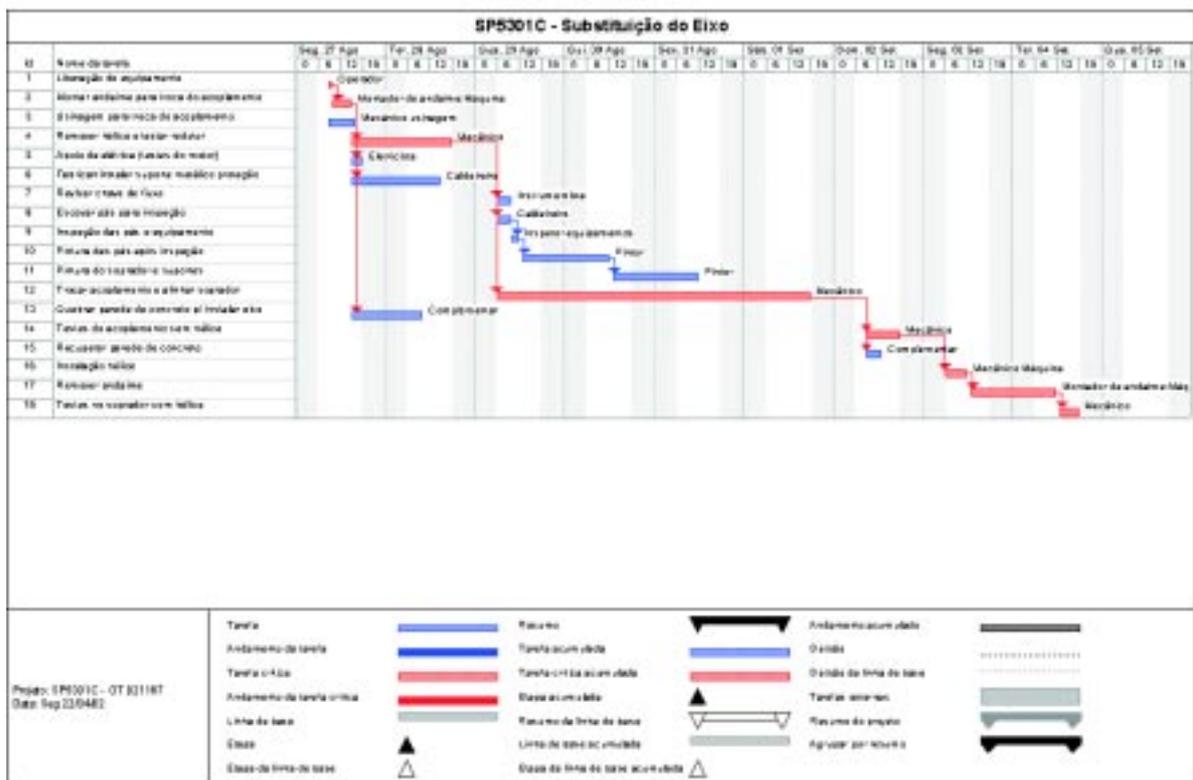
CPM é um método desenvolvido pela *Dupont* para controle de suas atividades de manutenção. Consiste na identificação de um

“caminho crítico” dentro da seqüência do conjunto de atividades, que determina o prazo mínimo em que o trabalho será realizado.

A união dos dois métodos gerou o chamado diagrama PERT-CPM.

Nivelamento de recursos é a busca da utilização dos recursos de maneira mais constante possível ao longo dos serviços de uma parada ou de um projeto. Se o planejamento da manutenção previr recursos para atender ao pico dos serviços, haverá mão-de-obra ociosa na maior parte do tempo de duração da parada. De outro modo, se a previsão de recursos for para a situação de menor demanda de mão-de-obra, nos demais dias será necessária a contratação. O nivelamento é feito com base no método de caminho crítico.

Na Petrobras, tem-se utilizado, como *software* de nivelamento de recursos e planejamento de grandes serviços, o *MS-Project da Microsoft*, mas há vários outros que poderiam ser empregados com o mesmo propósito. Os dados são colocados em forma de *Gráfico de Gant* e identificam os eventos a serem realizados (PERT) e o caminho crítico (CPM) do serviço como um todo. Ver a figura a seguir: soprador SP5301C – Substituição do Eixo.



Projeto de Substituição do Eixo do Soprador SP 5301C.

1.7 Política e diretrizes da manutenção

A seguir, são explicadas as políticas e as diretrizes da Petrobras para a manutenção de suas refinarias de petróleo, edição de 1997.

1.7.1 Política

Contribuir para o entendimento do programa de produção, maximizando a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos e instalações dos órgãos operacionais, otimizando os recursos disponíveis com qualidade e segurança, a fim de preservar o meio-ambiente e contribuir para a continuidade do desenvolvimento do refino.

1.7.2 Diretrizes

- Manutenção com qualidade, formando, por referência, indicadores de desempenho das melhores empresas, preferencialmente internacionais.
- Aumento da confiabilidade e da disponibilidade das unidades industriais, através do trabalho integrado com a operação e a engenharia, atuando, prioritariamente, nas seguintes áreas:
 - ênfase na preditiva e na engenharia de manutenção;
 - solução de problemas crônicos;
 - eliminação de resserviços;
 - elaboração e utilização de procedimentos;
 - participação da análise de novos projetos;
 - participação em programas de manutenção produtiva total – TPM;
 - ênfase em Paradas de Manutenção de mínimo prazo.
- Garantia dos prazos de execução de serviços, especialmente das Paradas de Manutenção programadas das Unidades.
- Elaboração dos planos de inspeção que garantam os tempos de campanha das unidades.
- Preservação da melhoria contínua da capacitação, através da busca, avaliação, incorporação, aplicação e incorporação de novas tecnologias, da realização de programas de treinamento e do desenvolvimento de métodos e procedimentos
- Redução das interdependências na execução dos serviços de manutenção e inspeção, de forma a priorizar a capacitação, a multifuncionalidade e a garantia da qualidade pelo executante.
- Orientação dos recursos próprios de supervisão para gestão das atividades de manutenção, de inspeção e de suprimento, macroplanejamento, análise preditiva, suporte técnico, preservação da experiência e competência, e para a fiscalização dos serviços contratados.
- Utilização plena dos recursos próprios de execução orientados para serviços de grande complexidade tecnológica ou crítica, com o intuito de atuar, prioritariamente, de forma multidisciplinar.
- Contratação de empresas capacitadas técnicas e, geralmente, observando os aspectos de economicidade, qualidade, preservação de tecnologia, risco operacional, riscos materiais e humanos e necessidade de conhecimento global de sistemas, a fim de viabilizar o desenvolvimento e consolidação da experiência do mercado prestador de serviços e buscar contratos o mais próximo possível dos de parceria, através de:
 - contratação que garanta a multifuncionalidade, a otimização de métodos e de recursos e a minimização de interfaces;
 - incentivo ao aumento da produtividade dos serviços e da disponibilidade das instalações com ganhos divididos entre as partes;
 - adoção de prazos contratuais longos;
 - exigência de empregados qualificados e certificados pelo PNQC – Programa Nacional de Qualificação e Certificação, da ABRAMAN;
 - realização de Análise de Valor nos contatos mais representativos;
 - manutenção de programa de auditoria nos contratos.
- Implementação de auditorias para verificação do uso das diretrizes de gestão na área de manutenção.

Princípios Éticos da Petrobras

A honestidade, a dignidade, o respeito, a lealdade, o decoro, o zelo, a eficácia e a consciência dos princípios éticos são os valores maiores que orientam a relação da Petrobras com seus empregados, clientes, concorrentes, parceiros, fornecedores, acionistas, Governo e demais segmentos da sociedade.

A atuação da Companhia busca atingir níveis crescentes de competitividade e lucratividade, sem descuidar da busca do bem comum, que é traduzido pela valorização de seus empregados enquanto seres humanos, pelo respeito ao meio ambiente, pela observância às normas de segurança e por sua contribuição ao desenvolvimento nacional.

As informações veiculadas interna ou externamente pela Companhia devem ser verdadeiras, visando a uma relação de respeito e transparência com seus empregados e a sociedade.

A Petrobras considera que a vida particular dos empregados é um assunto pessoal, desde que as atividades deles não prejudiquem a imagem ou os interesses da Companhia.

Na Petrobras, as decisões são pautadas no resultado do julgamento, considerando a justiça, legalidade, competência e honestidade.

