



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Faculdade de Engenharia

ESTUDO DA APLICABILIDADE DE UM MODELO DE MANUTENÇÃO E UMA INSTALAÇÃO METALOMECÂNICA (ESCOLA PROFISSIONAL DE TRANCOSO)



Joaquim Alfredo Saraiva Cabral

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Electromecânica
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor **Carlos Manuel Pereira Cabrita**

Covilhã, Junho de 2011

Dedicada à minha esposa

Ângela Filipa Vigia Machado Cabral.

E à minha filha

Ilda Machado Cabral.

AGRADECIMENTOS

Os meus mais sinceros agradecimentos ao Professor Carlos Manuel Pereira Cabrita pelos conselhos, apoio e dedicada orientação dada no decorrer de todo este trabalho.

À direcção da Escola Profissional de Trancoso, por me terem proporcionado todo o apoio e pela flexibilidade horária que me foi facultada, deixo também aqui um agradecimento.

Agradeço a todos os familiares e amigos que directa ou indirectamente me apoiaram e ajudaram durante a realização deste trabalho.

Expresso também aqui um especial agradecimento ao meu Pai, Mãe, Irmãos, Filha e especialmente à minha esposa Ângela Filipa Vigia Machado Cabral pelo suporte indispensável que sustentou todo o esforço para a elaboração deste trabalho, e dedico também a uma pessoa muito especial por tudo o que fez por mim que é a minha tia e madrinha que já não esta presente neste mundo.

RESUMO

Este trabalho aborda um estudo para a aplicabilidade de um modelo de manutenção de uma instalação metalomecânica, em que a área de manutenção dos equipamentos de produção passará por um processo interno de reestruturação, alterando a forma de actuação actual para uma nova metodologia onde o objectivo principal é o ensino/ aprendizagem.

Para este novo cenário, propõe-se uma reavaliação das actividades e responsabilidades dos envolvidos com as actividades de manutenção, evidenciando o aspecto da manutenção, elaborando e fornecendo propostas para a melhoria da sinergia operacional, valorizando os colaboradores (alunos) e o alcance de resultados positivos para as áreas envolvidas e para a organização (escola).

PALAVRAS-CHAVE

Aprendizagem, Manutenção, Manutenção Autónoma, Preventiva, Valorização.

ABSTRACT

This paper addresses a study for the applicability of a maintenance model of metalomechanical installation, in which the area of production equipment maintenance will undergo significant internal restructuring, changing the present actuation form to a new methodology where the main objective is teaching / learning.

For this new scenario, we propose a reassessment of responsibilities and activities involved with maintenance activities, emphasizing the aspect of maintenance, developing and delivering proposals for the improvement of operational synergy, valuing the employees (students) and the achievement of positive results for the areas involved and for the organization (school).

KEYWORDS

Learning, Maintenance, Autonomous Maintenance, Preventive, Valuation.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
PALAVRAS-CHAVE	vii
ABSTRACT	ix
KEYWORDS	ix
PARTE 1 - GENERALIDADES E CONCEITOS	1
1.1. INTRODUÇÃO	2
1.2. COMPETÊNCIAS DOS RESPONSÁVEIS DA MANUTENÇÃO	5
1.2.1. Competências Gerais	5
1.2.2. Competências Específicas da Área:	6
1.3. IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO	6
1.3.1. Conceitos em Manutenção	7
1.3.2. Recursos Necessários para a Manutenção	9
1.4. POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO	10
1.4.1. Manutenção Correctiva	11
1.4.1.1. Tipos de Manutenção Correctiva	13
1.4.1.2. Organização da Manutenção Correctiva.....	13
1.4.2. Manutenção Preventiva.....	15
1.4.2.1. Objectivos da Manutenção Preventiva	17
1.4.2.2. Organização do Plano de Manutenção Preventiva.....	19
1.4.2.3. Documentação da Manutenção Preventiva	20
1.4.2.4. Formas de Controlo da Manutenção Preventiva	21
1.4.3. Manutenção Preditiva.....	23
1.4.3.1. Objectivos da Manutenção Preditiva	24
1.4.3.2. Metodologia	25

1.4.4. Análise de Avarias	26
1.4.5 Formas de Monitorização.....	28
1.5. MODELOS DE MANUTENÇÃO	31
1.5.1. Manutenção Produtiva Total.....	32
1.5.2. Manutenção Centrada na Fiabilidade	36
1.5.3. Novas Práticas e Filosofias	39
1.5.3.1. Melhoria da Eficiência dos Activos	39
1.5.3.2. Conceito de Optimização da Eficiência dos Activos	40
1.5.3.3. A Fiabilidade na Manutenção Industrial.....	41
1.5.3.4. Fiabilidade de Implementação Rápida	42
1.5.3.5. Manutenção Centrada na Fiabilidade Simplificada.....	43
1.5.3.6. Manutenção Baseada no Risco	43
1.5.3.7. Manutenção de Fiabilidade Pró-activa	44
1.5.3.8. Fiabilidade Centrada no Operador	44
1.6. CONCEITOS DE FALHA E AVARIA	46
PARTE 2 - CASO PRÁTICO	50
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE - ESCOLA PROFISSIONAL DE TRANCOSO.....	51
2.1.1 - Breve Historial	51
2.1.2. - Área de Influência	52
2.1.3- Recursos Humanos e Materiais	54
2.1.3.1 - Recursos Humanos	54
2.1.3.2 - Recursos Materiais	55
2.2 - PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO DA OFICINA DE MECÂNICA	58
2.2.1 - Descrição Geral da Unidade	58
2.2.2. Descrição dos equipamentos	58
2.2.3 - Sistema Actual de Manutenção.....	73
2.2.3.1. Objectivos.....	74

2.3. Propostas de Melhoria Continua	75
2.3.1. Objectivos	77
PARTE 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
3.1. CONCLUSÕES	83
3.2. SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTURO.....	84
BIBLIOGRAFIA.....	86

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Variação do número de defeitos acumulados em função do número de horas trabalhadas de um componente.....	8
Figura 1.2 - Curva da banheira relativa ao andamento do custo da manutenção em função do tempo do funcionamento de um componente	9
Figura 1.3 - Sistemas de Controlo da manutenção	21
Figura 1.4- Objectivos da manutenção preditiva	24
Figura 1.5 - Meta principal da manutenção preditiva	25
Figura 1.6 - Evolução de um parâmetro medido em função do tempo.....	27
Figura 1.7 - Curva de tendência da evolução do ciclo de vida de um equipamento.....	27
Figura 1.8 - Esquematização sequencial das tarefas associadas à manutenção preventiva	28
Figura 1.9 -Pilares da estrutura da Manutenção Produtiva Total.	33
Figura 1.10 - Iceberg das grandes perdas.....	36
Figura 2.1 - Vista Geral da Escola.....	51
Figura2.2 - Proveniência geográfica dos alunos da EPT	52
Figura 2.3 - Apresentação geral da Oficina de Mecânica	58
Figura 2.4 - Engenho de furar de coluna.....	59
Figura 2.5 - Esmeriladora.....	60
Figura 2.6 - Máquina de dobrar tubo e mesa de traçagem	61
Figura 2.7 - Tornos mecânicos universais.....	62
Figura 2.8 - Fresadoras universais	63
Figura 2.9 -Quadros eléctricos de alimentação do torno e da fresadora	63
Figura 2.10 - Máquina de lavagem de peças e macaco vertical	64
Figura 2.11 - Grua móvel e macacos horizontais de elevação	65
Figura 2.12 - Elevador e aspirador de óleo de automóveis	66
Figura 2.13 - Posto de soldadura e máquinas de soldar (TIG; MIG; eléctrodo revestido)	67
Figura 2.14 - Forno de tratamento térmico e prensa hidráulica	68

Figura 2.15 - Compressores móvel e fixo de ar comprimido	68
Figura 2.16 - Serrotes de corte de fita, de disco e de lâmina	69
Figura 2.17 - Guilhotina de corte de chapa.	69
Figura 2.18 - Fresadora e torno CNC	70
Figura 2.19 - Painel de ferramentas e acessórios	73

Lista de Quadros

Quadro 1.1 - Evolução temporal das diferentes políticas de manutenção	12
Quadro 1. 2 - Ficha de manutenção exemplificativa	15
Quadro1 3 - Ficha de serviço exemplificativa.	16
Quadro 1.4 - Sinalética de segurança exemplificativa	16
Quadro1.5 - Ficha de equipamento exemplificativa.....	20
Quadro 1.6 - Ficha de manutenção preventiva exemplificativa.....	22
Quadro1.7 - Ficha de controlo exemplificativa.....	23
Quadro 1.8 - Esquematização dos métodos e processos a adoptar para diferentes tipos de equipamentos.	30
Quadro 2.1 - Situação dos técnicos do Ciclo de Formação 2009-2010, diplomados pela EPT ..	54
Quadro 2.2 - Apresentação da Estrutura Orgânica Funcional da EPT.....	57

PARTE 1

GENERALIDADES

E

CONCEITOS

1.1. INTRODUÇÃO

Desde a existência das máquinas, muitos empresários dedicaram-se a estudar e a propor formas mais eficientes de organizar o processo fabril. Todas elas visavam atingir o grau máximo de produtividade. Os mais importantes sistemas produtivos criados nesta filosofia foram o Taylorismo e o Fordismo.

Para melhor entendimento, saliente-se que o Taylorismo ou Administração científica é o modelo de administração desenvolvido pelo engenheiro estadunidense Frederick Taylor (1856-1915), que é considerado o pai da administração científica. Caracteriza-se pela ênfase nas tarefas, objectivando o aumento da eficiência ao nível operacional. É considerada um subcampo da perspectiva administrativa clássica.

O fato mais marcante da vida de Taylor foi o livro que publicou em 1911 "Princípios de Administração Científica" com esse livro ele tenta convencer aos leitores de que o melhor forma de administrar uma empresa é através de um estudo, de uma ciência. A ideia principal do livro é a racionalização do trabalho que nada mais é que a divisão de funções dos trabalhadores e com isso Taylor critica fortemente a "Administração por incentivo e iniciativa", que acontece quando um trabalhador por iniciativa própria sugere ao patrão ideias que possam dar lucro a empresa incentivando o seu superior a dar-lhe uma recompensa ou uma gratificação pelo esforço demonstrado o que é criticado por Taylor pois uma vez que se recompensa um subordinado pelas suas ideias ou actos, tornamo-nos dependentes deles. Taylor acredita na ideia da eficiência e eficácia que é a agilidade e rapidez dos funcionários a gerar lucro e ascensão industrial. Princípios Fundamentais do livro de Taylor "Princípios de Administração Científica" [1]-[2]:

Princípio do Planeamento: Substituir os métodos empíricos por métodos científicos e testados.

Princípio da Selecção: Como o próprio nome diz selecciona os trabalhadores para as suas melhores aptidões e para isso são formados e preparados para cada função a desempenhar.

Princípio de Controlo: Supervisão feita por um superior para verificar se o trabalho está ser executado como foi estabelecido.

Princípio de Execução: Para que haja uma organização no sistema as distribuições de responsabilidades devem existir para que o trabalho seja o mais disciplinado possível.

Idealizado pelo empresário estadunidense Henry Ford (1863-1947), fundador da Ford Motor Company, o Fordismo é um modelo de produção em massa que revolucionou a indústria automobilística a partir de Janeiro de 1914, quando introduziu a primeira linha de montagem automatizada. A Ford utilizou à risca os princípios de padronização e simplificação de Frederick Taylor e desenvolveu outras técnicas avançadas para a época. As suas fábricas eram totalmente verticalizadas. Ele possuía desde a fábrica de vidros, a plantação de seringueiras, até a siderúrgica.

A Ford criou o mercado de massa para os automóveis. A sua intenção era tornar o automóvel tão barato que todos poderiam comprá-lo, porém mesmo com o abaixamento dos custos de produção, o sonho de Henry Ford permaneceu distante da maioria da população.

Uma das principais características do Fordismo foi o aperfeiçoamento da linha de montagem. Os veículos eram montados em tapetes rolantes que se movimentavam enquanto o operário ficava praticamente parado, a realizar uma pequena etapa da produção. Desta forma não era necessária quase nenhuma qualificação dos trabalhadores. Outra característica é a de que o trabalho é entregue ao operário, em vez desse ir buscá-lo, fazendo assim a analogia à eliminação do movimento inútil.

O método de produção fordista exigia vultosos investimentos e grandes instalações, mas permitiu que a Ford produzisse mais de 2 milhões de carros por ano, durante a década de 1920. O veículo pioneiro da Ford no processo de produção fordista foi o mítico Ford Modelo T. Juntamente com o sucesso do Fordismo, com as vendas do lendário modelo "T", surgiu um ciclo o qual mudou a vida de muitos americanos da época, o chamado ciclo da prosperidade, graças ao aumento de vendas do Ford "T" muitos outros sectores tiveram um desenvolvimento substancial, sectores como o têxtil, siderúrgicas, energia (combustível), entre tantos outros que foram afectados directa ou indirectamente com a fabricação desses carros.

O Fordismo teve seu ápice no período posterior à Segunda Guerra Mundial, nas décadas de 1950 e 1960, que ficaram conhecidas na história do capitalismo como Os Anos Dourados. Entretanto, a rigidez deste modelo de gestão industrial foi a causa do seu declínio. Ficou famosa a frase de Ford, que dizia que poderiam ser produzidos automóveis de qualquer cor, desde que fossem pretos. O motivo disto era que a tinta na cor preta secava mais rápido e os carros poderiam ser montados mais rapidamente.

A partir da década de 1970, o Fordismo entra em declínio. A General Motors flexibiliza a sua produção e o seu modelo de gestão. Lança diversos modelos de veículos, de várias cores e adopta um sistema de gestão profissionalizado. Com isto a GM ultrapassa a Ford, como a maior produtora do mundo.

Na década de 1970, após os choques do petróleo e a entrada de competidores japoneses no mercado automobilístico, o Fordismo e a Produção em massa entram em crise e começam gradativamente a serem substituídos pela Produção enxuta, modelo de produção baseado no Sistema Toyota de Produção.

Em 2007 a Toyota torna-se a maior produtora de veículos do mundo e põe um ponto final no Fordismo.

Resumindo: O Fordismo foi iniciado nos EUA onde o ritmo da produção é imposto pelas máquinas, o trabalhador faz um consumo de tarefas especializadas e de participar mais do consumo.

Fazendo uma rápida retrospectiva, podemos identificar no Taylorismo uma pretensão em submeter o trabalhador ao ritmo da máquina, com o mínimo de interrupções, predominando neste sistema de produção a divisão e a subdivisão de tarefas, bem como a valorização de procedimentos mecânicos que dispensavam o raciocínio dos trabalhadores. O Fordismo surgiu numa tentativa de aperfeiçoar este primeiro sistema, havendo em ambos os casos, como exigência, o domínio de habilidades específicas.

A manutenção, embora despercebida, sempre existiu, mesmo nas épocas mais remotas. Começou a ser conhecida com o nome de manutenção por volta do século XVI na Europa central, juntamente com o surgimento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros técnicos em montagem e assistência. Tomou corpo ao longo da Revolução Industrial e firmou-se, como necessidade absoluta, na Segunda Guerra Mundial. No princípio da reconstrução pós-guerra, Inglaterra, Alemanha, Itália e principalmente o Japão delineou-se o desempenho industrial nas bases da engenharia de manutenção.

Nos últimos anos, com a intensa concorrência, os prazos de entrega dos produtos passaram a ser relevantes para todas as empresas. Com isso, surgiu a motivação para se prevenir contra as avarias de máquinas e equipamentos.

Além disso, outra motivação para o avanço da manutenção foi a maior exigência por qualidade. Essas motivações deram origem a uma manutenção mais planeada.

1.2. COMPETÊNCIAS DOS RESPONSÁVEIS DA MANUTENÇÃO

Só que mais avanços e mudanças tecnológicas continuaram a ocorrer e assim estes modelos ficaram ultrapassados, uma vez que não conseguiram suprir as novas exigências do mercado porque não se preocuparam com a qualificação dos trabalhadores. Se antes exigia-se especificidade, o mercado actual exige um conjunto de competências.

As políticas públicas no campo educacionais vêm exigindo, como patamar mínimo de escolaridade para a qualificação profissional, um curso técnico. Baseando-se em documentos que regem a organização e o planeamento dos cursos de nível técnico, como também na própria prática, é de notar que o mercado de trabalho na área de manutenção industrial necessita cada vez mais técnicos com formação multidisciplinar e certificações que possam actuar na área, desenvolvendo a melhoria contínua dos métodos e processos em andamento dentro das modernas normas das práticas da qualidade, economia, gestão ambiental e segurança do trabalho.

Esta tendência ocorre devido à preocupação das indústrias em garantir a integridade operacional das suas máquinas e equipamentos, visando reduzir custos, implementar maior qualidade e aumentar a sua produtividade, e, desta forma, tornarem-se mais competitivas para afirmar a sua sobrevivência no mercado globalizado. Por exemplo, certos produtos só podem ser exportados para países pertencentes à União Europeia quando atendem aos requisitos de normas internacionais, como a ISO 9000, a ISO 14000 e a ISO 18000. Para o atendimento a estas normas, a qualificação profissional é preponderante, incluindo os profissionais de manutenção.

O objectivo da gestão de Gestão da Manutenção é não só a preparação e qualificação dos futuros profissionais de manutenção, mas também proporcionar dinamismo e criatividade, de forma a investigar o constante avanço profissional e da indústria no mundo [1]-[2]-[3]-[4]-[5].

1.2.1. Competências Gerais

Neste foco, um profissional em manutenção deve possuir competências gerais e específicas, a saber [3]-[4]-[5]:

- ✚ Desenvolver características preponderantes, senso crítico, autonomia intelectual e sociabilidade;

- ✚ Desenvolver espírito empreendedor;
- ✚ Contribuir com a iniciativa de gestão do seu próprio percurso no mercado de trabalho de modo flexível, interdisciplinar e contextualizado;
- ✚ Ter sólidas bases de conhecimentos tecnológicos e científicos;
- ✚ Ter boa comunicação oral e escrita;
- ✚ Desempenhar as actividades com qualidade, controle do custo e segurança;
- ✚ Ter postura profissional e ética.

1.2.2. Competências Específicas da Área:

- ✚ Elaborar planos de manutenção;
- ✚ Fazer orçamentos de materiais, serviços e equipamentos;
- ✚ Executar, interpretar e fiscalizar ensaios mecânicos e tecnológicos;
- ✚ Fiscalizar, acompanhar e controlar serviços de manutenção industrial;
- ✚ Interpretar e executar projectos de instalação de equipamentos e acessórios;
- ✚ Conhecer e aplicar adequadamente procedimentos, normas e técnicas de manutenção;
- ✚ Planear, programar e executar manutenção industrial rotineira e em paragens;
- ✚ Avaliar, qualificar e quantificar equipas para realização de serviços de manutenção industrial;
- ✚ Especificar e identificar correctamente materiais de construção mecânica.

1.3. IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO

Com a globalização da economia, a busca da qualidade total em serviços, produtos e gestão ambiental passou a ser a meta de todas as empresas. Veja o caso abaixo:

Imagine um fabricante de rolamentos e que tenha concorrentes no mercado. Para que os clientes se mantenham e conquiste outros, ele precisará tirar o máximo rendimento das máquinas para oferecer rolamentos com defeito zero e preço competitivo. Deverá também estabelecer um rigoroso cronograma de fabricação e de entrega dos seus rolamentos. Imagine agora que não exista um programa de manutenção das máquinas...

Isto dá uma ideia da importância de se estabelecer um programa de manutenção, uma vez que as máquinas e equipamentos com defeitos e/ou paradas, os prejuízos serão inevitáveis, provocando [1]-[2]-[3]-[4]-[5]-[6]:

- ✚ Diminuição ou interrupção da produção;
- ✚ Atrasos nas entregas;
- ✚ Perdas financeiras;
- ✚ Aumento dos custos;
- ✚ Produtos com possibilidades de apresentar defeitos de fabricação;
- ✚ Insatisfação dos clientes;
- ✚ Perda de mercado.

Todos esses aspectos mostram a importância que se deve dar à manutenção. Até recentemente, a gerência de nível médio e corporativo tinha ignorado o impacto da operação da manutenção sobre a qualidade do produto, custos de produção e, mais importante, no lucro básico. A opinião geral há cerca de 20 anos atrás era de que “manutenção é um mal necessário”, ou “nada pode ser feito para melhorar os custos de manutenção”. Mas as novas técnicas de gestão e os sistemas de manutenção têm mudado isso, reduzindo os custos da manutenção em relação a facturação.

1.3.1. Conceitos em Manutenção

Dois conceitos de manutenção [3]-[4]-[5]-[6]-[7]:

Pode ser considerada como a engenharia do componente uma vez que estuda e controla o desempenho de cada parte que compõe um determinado sistema;

Pode ser considerada como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção.

Por exemplo:

- ✚ Lubrificação de engrenagens = conservação
- ✚ Rectificação de uma mesa de desempenho = restauração.
- ✚ Troca do terminal de um cabo eléctrico = substituição.
- ✚ Substituir o óleo lubrificante no período recomendado pelo fabricante = prevenção.

Em suma, manutenção é actuar no sistema (de uma forma geral) com o objectivo de evitar quebras e/ou paragens na produção, bem como garantir a qualidade planeada dos produtos.

De uma maneira geral, a manutenção numa empresa tem como objectivos:

1. Manter equipamentos e máquinas em condições de pleno funcionamento para garantir a produção normal e a qualidade dos produtos;
2. Prevenir prováveis avarias ou quebras dos elementos das máquinas.

Outros conceitos:

a) Manutenção ideal - é a que permite alta disponibilidade para a produção durante todo o tempo em que ela estiver em serviço e a um custo adequado.

b) Vida útil de um componente - é o espaço de tempo que este componente desempenha as suas funções com rendimento e disponibilidade máximas. À medida que a vida útil se desenvolve, desenvolve-se também um desgaste natural (crescente), que após um certo tempo inviabilizará o seu desempenho, determinando assim o seu fim.

c) Ciclo de vida de um componente (Fig. 1.1).

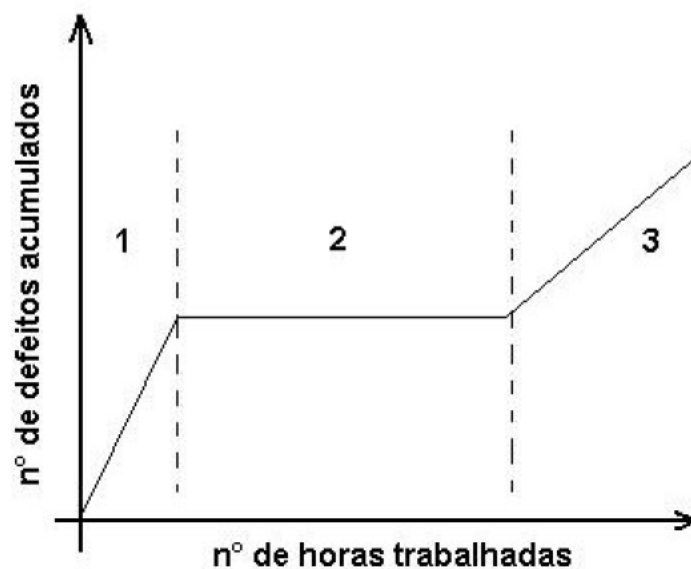


Figura 1.1 - Variação do número de defeitos acumulados em função do número de horas trabalhadas de um componente

- 1) Fases de amaciamento - os defeitos internos do equipamento manifestam-se pelo uso normal e pelo auto ajuste do sistema. Normalmente estes defeitos estão cobertos pela garantia de fábrica.
- 2) Vida útil do componente - esta é a fase de pouquíssimas quebras e/ou paragens e é a fase de maior rendimento do equipamento;
- 3) Envelhecimento - os vários componentes vão atingindo o fim da vida útil e passam a apresentar quebras e/ou paragens mais frequentes. É a hora de decidir pela reforma total ou sucata.

Na Fig. 1.2 mostra-se a curva da banheira relativa ao custo da manutenção para cada fase.

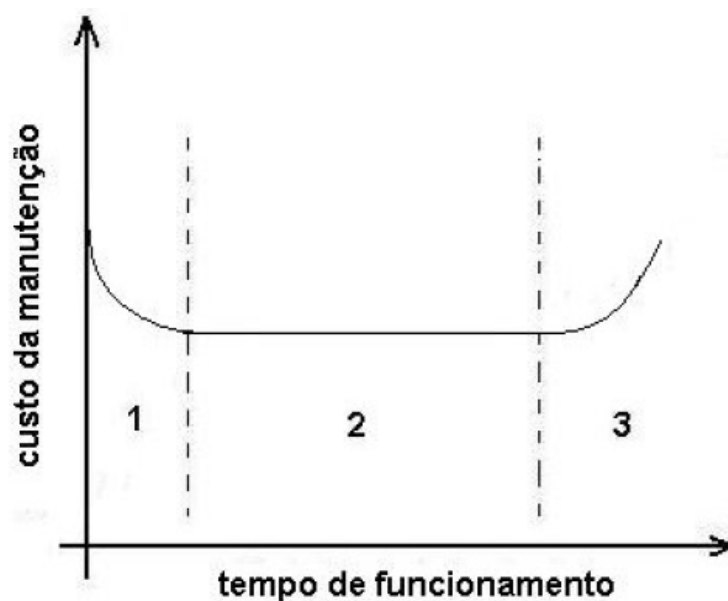


Figura 1.2 - Curva da banheira relativa ao andamento do custo da manutenção em função do tempo do funcionamento de um componente

1.3.2. Recursos Necessários para a Manutenção

Para que possa ocorrer manutenção, há necessidade que exista à disposição desta os seguintes recursos [3]-[5]:

- a) Recursos materiais - equipamentos de teste e de medição, ferramentas adequadas, espaço físico satisfatório, entre outros.
- b) Recursos de mão-de-obra - dependendo do tamanho da empresa e da complexidade da manutenção aplicada, há a necessidade de uma equipe formada por profissionais qualificados em todos os níveis;
- c) Recursos financeiros - necessários para uma maior autonomia dos trabalhos;
- d) Recursos de informação - responsável pela capacidade de obter e armazenar dados que serão a base dos planos de manutenção.

1.4. POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO

Existem duas políticas (também designadas comumente por tipos) básicas de manutenção: a planeada e a não planeada [1]-[2]-[3]-[4]-[5]-[6]-[7].

Manutenção não planeada: Ocorre quando não há uma programação de data e hora; pode ocorrer a qualquer momento. Por isso é conhecida como correctiva, já que visa corrigir problemas. Divide-se em:

- ✚ Inesperada: Tem o objectivo de localizar e reparar defeitos repentinos em equipamentos que trabalham em regime de trabalho contínuo.
- ✚ Ocasional: Consiste em fazer consertos de avarias que não param a máquina. Ocorrem quando há paragem de máquina, por outro motivo que não defeito, como por exemplo, no caso de atraso na entrega de matéria-prima.

Manutenção planeada: Ocorre com um planeamento e uma programação prévia. Classifica-se em três categorias:

- ✚ Preventiva: Consiste no conjunto de procedimentos e acções antecipadas que visam manter a máquina em funcionamento.
- ✚ Preditiva: É um tipo de acção preventiva baseada no conhecimento das condições de cada um dos componentes das máquinas e equipamentos. Esses dados são obtidos por meio de um acompanhamento do desgaste de peças vitais de conjuntos de máquinas e de

equipamentos. Testes periódicos são efectuados para determinar a época adequada para substituições ou reparação de peças. Exemplos: análise de vibrações de mancais.

- ✚ Detectiva: É a manutenção preditiva dos sistemas de protecção dos equipamentos, como painéis de controlo por exemplo. Busca avarias ocultas destes sistemas, evitando que os mesmos não trabalhem quando necessário, como um sistema de desligamento automático em caso de super-aquecimento.
- ✚ Engenharia de Manutenção: É o nível mais elevado de investimento em manutenção. Consiste em procurar as causas da manutenção já no projecto do equipamento, modificando situações permanentes de mau desempenho, problemas crónicos, e desenvolvendo a manutibilidade.

É importante citar aqui a Manutenção Produtiva Total (TPM), que não é um tipo de manutenção, mas um sistema de gestão completo, envolvendo todos os tipos de manutenção. Foi desenvolvido no Japão e tem uma visão holística, isto é, o operador de uma máquina é mais responsável do que por uma simples operação [8]-[9]-[10].

No Quadro 1.1 descreve-se a evolução temporal das diferentes políticas (ou tipos) de manutenção.

1.4.1. Manutenção Correctiva

A manutenção correctiva corresponde ao estágio mais primitivo da manutenção mecânica. Entretanto, como é praticamente impossível acabar totalmente com as avarias, a manutenção correctiva ainda existe.

É definida como um conjunto de procedimentos que são aplicados a um equipamento fora de acção ou parcialmente danificado, com o objectivo de fazê-lo voltar ao trabalho, no menor espaço de tempo e custo possível. É, portanto, uma manutenção não planeada, de reacção, no qual a correcção de avaria ou de baixo desempenho dá-se de maneira aleatória, isto é, sem que a ocorrência fosse esperada. Implica altos custos, porque causa perdas na produção e geralmente a extensão dos danos aos equipamentos é maior. É importante observar que pode englobar desde a troca de um simples parafuso de fixação quebrado como substituir todo um sistema eléctrico em falha [3]-[4]-[5]-[6].

Quadro 1.1 - Evolução temporal das diferentes políticas de manutenção

Períodos	Ate década de 1950	Década de 1950	Década da 1960	Década de 1980
Estagio Conceitos	Manutenção correctiva	Manutenção Preventiva	Manutenção do sistema de produção	Manutenção produtiva total (TPM)
Reparação correctiva	x	x	x	x
Gestão mecânica da manutenção		x	x	x
Manutenções Preventivas		x	x	x
Visão sistemática			x	x
Manutenção correctiva com incorporação de melhorias			x	x
Prevenção de manutenção			x	x
Manutenção preditiva				x
Abordagem participativa				x
Manutenção autónoma				x

1.4.1.1. Tipos de Manutenção Correctiva

Pode-se dividir a manutenção correctiva em reparação e reforma [4]-[5]-[6].

Reparação: É a correcção de uma avaria inesperada, sem qualquer planeamento (ver Fig. 1.1).

Na região 1 (fase de amaciamento) existe um crescimento do número de defeitos a partir do ponto zero, decorrente da acomodação dos componentes recém instalados, bem como da manifestação de possíveis avarias internas dos materiais utilizados.

Na região 2 (vida útil) pode-se notar que o número de defeitos permanece sem alteração. É nesta fase que o equipamento tem seu melhor desempenho pois está sempre no melhor rendimento e com ausência de defeitos (paragens).

Na região 3 (envelhecimento) o número de defeitos começa a crescer e o custo da manutenção torna-se caro.

A manutenção correctiva de reparação aplica-se exactamente na região 2 do gráfico, quando o equipamento está na sua melhor performance, e ocorrem quebras/avarias inesperadas.

Reforma: quando o equipamento atinge seu rendimento mínimo (nível mínimo) ou a região 3, ele não está mais apto a desempenhar as suas funções satisfatoriamente, uma vez que produz pouco (muitas paragens), sem qualidade e com custo elevado. Deste ponto em diante, existem duas opções: substituir (vender ou sucata) o equipamento ou fazer uma manutenção correctiva de reforma. Define-se reforma como a completa análise, desmontagem, substituição e ou recuperação dos componentes, limpeza, montagem, testes, pintura, etc.

Existem várias classes de reforma, desde a mais simples até as mais complexas, que envolvem também a modernização do equipamento. É importante também lembrar que a reforma deve ser precedida por uma profunda análise técnica (mecânica e económica) sobre o equipamento, a fim de concluir a melhor opção: substituição ou reforma.

1.4.1.2. Organização da Manutenção Correctiva

Oficina: É fundamental que toda empresa possua uma oficina de manutenção suficientemente equipada que permita a resolução dos problemas mais comuns que ocorrem com os equipamentos. Deve prever ferramentas, peças de reposição, instrumentos de medição e controle, fichas (fichas de solicitação e controle de manutenção), etc. Os trabalhadores

deverão ser bem formados e como característica básica devem ser participativos e trabalharemos em equipa [3]-[5]-[6].

Controle: O controlo é realizado pela ficha de manutenção e a ficha de serviço.

Ficha de manutenção correctiva: Cada operador é responsável pelo seu equipamento, portanto, é ele quem deve avisar ao sector de manutenção sobre os defeitos ocorridos. A comunicação é feita através da ficha de manutenção (solicitação de manutenção), onde se informa sobre os sintomas e possíveis causas do problema (Quadro 1.2).

Ficha de serviço: Tem por objectivo documentar os problemas executados no equipamento durante o tempo de manutenção, seja na oficina de manutenção ou no seu local. Nesta ficha são anotadas as peças substituídas, modificações feitas, outros problemas encontrados, bem como a provável causa do defeito. Esta ficha de serviço deverá ser arquivada numa pasta que mostre toda a história de manutenção do referido equipamento. É importante destacar o número total de horas trabalhadas, pois isto servirá para o cálculo do custo da manutenção correctiva realizada (Quadro 1.3).

Sinalização: Para efectuar a manutenção correctiva, ou mesmo uma simples inspecção, num equipamento ou sistema, no seu próprio local, é fundamental tomar diversos cuidados no sentido de garantir a segurança das pessoas envolvidas, quer do operador de manutenção, quer das pessoas do processo produtivo nas proximidades.

Esses cuidados são essenciais para a segurança. O isolamento pode ser feito por uma simples sinalização ou até pelo isolamento do equipamento por barreiras. Em ambos os casos, torna-se necessário a colocação de um aviso identificando que a máquina está em manutenção, sendo necessário conter o nome da pessoa responsável pelo trabalho e prazo estimado para término dos trabalhos. A partir deste instante o operador de manutenção é o único responsável pela operação do equipamento. Nenhuma outra pessoa deverá ligar ou desligar a máquina, estar próximo ou interferir no trabalho, a não ser que seja solicitado. Nos casos de manutenção eléctrica, o cuidado com o isolamento eléctrico é primordial (Quadro 1.4).

A protecção dos locais de trabalho e das pessoas que neles trabalham através de cores e de sinais de prevenção constitui uma técnica especial de segurança que permite a obtenção de resultados importantes. Em certos momentos, o trabalho deve continuar paralelo a certas circunstâncias temporais: trabalhos de manutenção, situações de emergência, etc. Assim torna-se necessário o uso de cores e sinais uniformes para prevenir certos riscos.

Quadro 1. 2 - Ficha de manutenção exemplificativa

Escola Profissional de Trancoso	Ficha de Manutenção Correctiva
Equipamento:	Localização:
Defeito Provável:	
Sintoma Apresentado:	
Causa Provável:	
Solicitado por:	Recebido por:
Data: / / 2011	Data: / / 2011
Horário:	Horário:

1.4.2. Manutenção Preventiva

Nas instalações industriais, as paragens para a manutenção constituem uma preocupação constante para a programação da produção. Se as paragens não forem previstas, ocorrem vários problemas, tais como: atrasos no cronograma de fabricação, indisponibilidade da máquina, elevação de custos, etc.

Para evitar esses problemas, as empresas introduziram um planeamento e uma programação da manutenção. A manutenção preventiva é o estágio inicial da manutenção planeada, e obedece a um padrão previamente esquematizado. Ela estabelece paragens periódicas com a

finalidade de permitir as reparações programadas, assegurando assim o funcionamento perfeito da máquina por um tempo predeterminado [3]-[4]-[5]-[6]-[10].

Quadro1 3 - Ficha de serviço exemplificativa.

Escola Profissional de Trancoso	Ficha de Serviço n° ____ / 2011
Equipamento: _____ N° _____	
Executor: _____	
Data: ____ / ____ / 2011	
Hora início: _____ Hora final: _____	
Total de horas trabalhadas: _____	
Defeito(s) Encontrado(s):	
Causa Provável:	
Procedimento:	
Peças Substituídas:	
Assinatura Executor:	Assinatura Responsável Sector:

Quadro 1.4 - Sinalética de segurança exemplificativa

Escola Profissional de Trancoso	
EQUIPAMENTO EM MANUTENÇÃO	
Observação: Cor de fundo - amarelo; Destaque - Preto (Sugestão).	
Operador de Manutenção:	Tempo Estimado: ____: ____ h Início: ____: ____ h Término: ____: ____ h Data: ____ / ____ / 2011

Seguidamente explicitam-se os principais conceitos da manutenção preventiva [3]-[4]-[5]-[6]-[10]:

- a) Planeamento da manutenção - significa conhecer os trabalhos, os recursos para executá-los e tomar decisões.
- b) Programação da manutenção - significa determinar pessoal, dia e hora para execução dos trabalhos.
- c) Controle da manutenção - é a recolha e tratamento de dados, seguido de interpretação.
- d) Organização da manutenção - significa a maneira como o serviço de manutenção se compõe, se ordena e se estrutura para alcançar os objectivos visados.
- e) Administração da manutenção - significa normalizar as actividades, ordenar os factores de produção, contribuir para a produção e para a produtividade com eficiência, sem desperdícios e retalhos.

1.4.2.1. Objectivos da Manutenção Preventiva

Os principais objectivos das empresas são: redução de custos, qualidade do produto, aumento de produção, preservação do meio ambiente, aumento da vida útil dos equipamentos e redução de acidentes do trabalho. Como a manutenção preventiva colabora para alcançar estes objectivos? [3]-[4]-[5]-[6]-[10].

- a) Redução de custos - A grande maioria, das empresas procuram reduzir os custos incidentes nos produtos que fabricam. A manutenção preventiva pode colaborar actuando na redução das peças sobressalentes, diminuição nas paragens de emergência, aplicando o mínimo necessário, ou seja, sobressalente X compra directa; horas supérfluas X horas trabalhadas; material novo X material recuperado.
- b) Qualidade do produto - A concorrência no mercado nem sempre ganha com o menor preço. Muitas vezes ela ganha com um produto de melhor qualidade. Para atingir essa meta, a manutenção preventiva deverá ser aplicada com maior rigor, ou seja: máquinas deficientes X máquinas eficientes; abastecimento deficiente X abastecimento optimizado.
- c) Aumento de produção - É preciso manter a fidelidade dos clientes já cadastrados e conquistar outros. A manutenção preventiva colabora para o alcance dessa meta actuando no binómio produção atrasada X produção em dia.

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

e) Aumento da vida útil dos equipamentos - O aumento da vida útil dos equipamentos é um factor que, na maioria das vezes, não pode ser considerado de forma isolada. Esse factor, geralmente, é consequência de:

- Redução de custos;
- Qualidade do produto;
- Aumento de produção;
- Efeitos do meio ambiente.

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

- Aumento de custos;
- Diminuição do factor qualidade;
- Efeitos prejudiciais ao meio ambiente;
- Diminuição de produção;
- Diminuição da vida útil dos equipamentos.
- Como um equipamento sob manutenção preventiva tende a não parar em serviço e se mantêm regulado por longos períodos, pode-se enumerar as seguintes vantagens:
 - Paragens programadas ao invés de paragens imprevistas;
 - Maior vida útil do equipamento;
 - Maior preço numa eventual troca do equipamento;
 - Maior qualidade do produto final;
 - Diminuição de horas extras.
- Por outro lado, existem as prováveis desvantagens:
 - Maior número de pessoas envolvidas na manutenção;
 - Folha de pagamento mais elevada;
 - Possibilidade de introdução de erros durante as intervenções.
- Entretanto, sabe-se que as vantagens são muito superiores que as desvantagens, principalmente no que se refere ao custo anual da manutenção.

1.4.2.2. Organização do Plano de Manutenção Preventiva

Considere uma indústria que ainda não tenha definida a manutenção preventiva, onde não haja controlo de custos e nem registos ou dados históricos dos equipamentos. Se essa indústria desejar adoptar a manutenção preventiva, deverá percorrer as seguintes fases iniciais de desenvolvimento [3]-[4]-[5]-[6]-[10]:

- a) Decidir qual o tipo de equipamento que deverá marcar a instalação da manutenção preventiva, que deve ser realizado numa cooperação da supervisão de manutenção e de operação;
- b) Efectuar o levantamento e posterior cadastro de todos os equipamentos que serão escolhidos para iniciar a instalação da manutenção preventiva (plano piloto);
- c) Redigir o histórico dos equipamentos, relacionando os custos de manutenção (mão-de-obra, materiais e, se possível, lucro cessante nas emergências), tempo de paragens para os diversos tipos de manutenção, tempo de disponibilidade dos equipamentos para produzirem, causas das avarias etc.
- d) Elaborar os manuais de procedimentos para manutenção preventiva, indicando as frequências de inspecção com máquinas a trabalhar, com máquinas paradas e as intervenções.
- e) Enumerar os recursos humanos e materiais que serão necessários à implementação da manutenção preventiva.
- f) Apresentar o plano para aprovação da gerência e da directoria.
- g) Formar e preparar a equipe de manutenção.

Se uma empresa contar com um modelo organizacional óptimo, com material sobressalente adequado e racionalizado, com bons recursos humanos, com boa ferramenta e instrumentos e não tiver quem saiba trabalhar com eles, essa empresa estará a perder tempo no mercado. A escolha da ferramenta e dos instrumentos é importante, porém, mais importante é a formação da equipa que irá utilizá-los.

1.4.2.3. Documentação da Manutenção Preventiva

- ✚ Um plano de manutenção bem elaborado precisa ser controlado. As informações geradas podem ser processadas de diversas maneiras: manual, semi-automatizado, e totalmente informatizado. Porém, qualquer que seja a forma adoptada, a estratégia a ser tomada tem como base:
- ✚ Codificação do equipamento: cada um dos equipamentos dentro da empresa será identificado e codificado em relação à sua posição dentro de determinada secção;
- ✚ Arquivo de máquinas: para cada equipamento deverá ser aberta uma pasta de informações onde constará quaisquer informações;
- ✚ Codificação das peças: para facilitar a substituição de peças, cada equipamento será dividido em sistemas, conjuntos e peças, sendo que cada um deles receberá um código de identificação;
- ✚ Criação de fichas de informação e controle:
 - ✓ Ficha do equipamento: tem por objectivo reunir as principais informações a respeito de um tipo de equipamento (Quadro 1.5).

Quadro1.5- Ficha de equipamento exemplificativa

Escola Profissional de Trancoso		Ficha de Máquina n° ____/2011	
Equipamento:		Código	
Fabricante:			
Função:			
Localização:			
Data de compra:		Valor:	
Fornecedor:		Endereço:	
PRINCIPAIS PEÇAS DE REPOSIÇÃO			
Código	Peça	Fabricante	

- ✓ Ficha de manutenção preventiva: o ponto de partida da manutenção preventiva é o levantamento das partes da máquina mais sujeitas a avarias e dos pontos que exigem regulação periódica. Essas informações são normalmente fornecidas pelo fabricante (Quadro 1.6).
- ✓ Ficha de controlo: tem por objectivo controlar a vida útil de cada um dos componentes e peças de um determinado equipamento (Quadro 1.7).

1.4.2.4. Formas de Controlo da Manutenção Preventiva

É o sistema no qual as manutenções preventivas são controladas e analisadas por meio de formulários e mapas, preenchidos manualmente e guardados em pastas de arquivo. O controlo pode ser automatizado, no qual toda a intervenção da manutenção tem os seus dados armazenados em computadores, para melhoria da logística da informação além da obtenção facilitada de consultas, listagens, tabelas e gráficos, aumentando grandemente a agilidade na tomada de decisões.

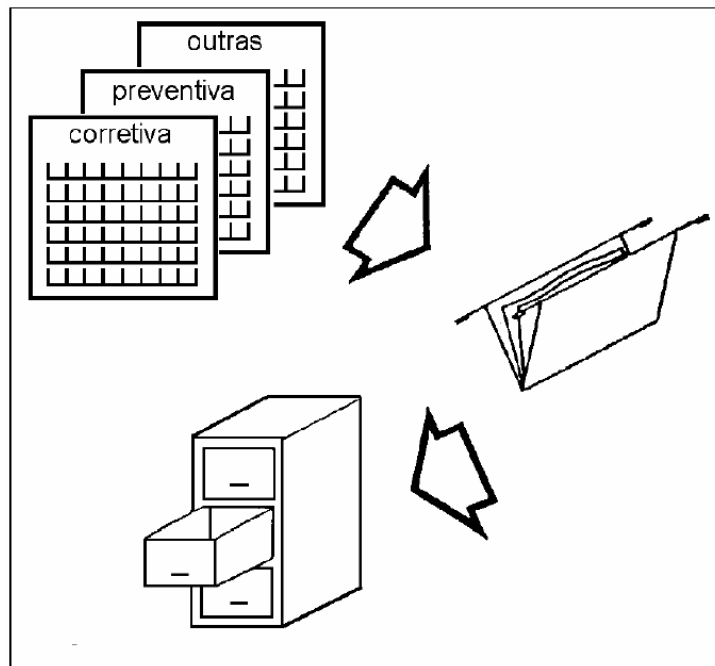


Figura 1.3 - Sistemas de Controlo da manutenção

Quadro 1.6 - Ficha de manutenção preventiva exemplificativa

Escola Profissional de Trancoso	
Equipamento:	Código
FICHA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA - INSPEÇÃO PERIÓDICA	
Tarefa	Situação
1. Limpeza Lavar e limpar toda a unidade.	
2. Motor Apertar os parafusos de montagem, se necessário Regular o motor Verificar o jogo da ponta do virabrequim Verificar os drenos da caixa de ar Inspeccionar os orifícios de admissão e anéis dos pistões Medir a compressão e pressões no cárter, caixa de ar e na exaustão Verificar a sincronização dos motores (unidades com dois motores)	
3. Purificador de ar Verificar se o sistema de admissão de ar tem trincas ou vazamentos	
4. Correias de accionamento Verificar a tensão e o desgaste de todas as correias de accionamento	
.....	
17. Acessórios Verificar o funcionamento de todos os acessórios	
18. Inspeção Geral Inspeccionar toda a unidade, procurar vazamentos, porcas e parafusos soltos, trincas, soldas partidas e peças empenadas Operar a unidade e verificar o funcionamento de todos os controles	
19. Lubrificação Fazer lubrificação e verificações recomendadas pela Tabela de Lubrificação para intervalos de 10, 50, 100, 200, 500 e 1000 horas de operação.	
Identificação do Operador de Manutenção	
Data da Inspeção	

Quadro1.7 - Ficha de controlo exemplificativa

Escola Profissional de Trancoso		Ficha de Controle n° ____/2011	
Equipamento: Peça/Sistema:		Código: Código:	
Data da Troca (dd/mm/aa)	Horas Trabalhadas	Horas Acumuladas	Responsável (ident.)
Vida útil estimada: x horas			

1.4.3. Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é uma fase bem avançada de um plano global de manutenção. Refere-se ao processo no qual a intervenção sobre um equipamento ou sistema somente é realizado quando este apresenta uma mudança na sua condição de operação. Significa prever as condições de funcionamento dos equipamentos permitindo sua operação contínua pelo maior tempo possível [4]-[5]-[6]-[10]. Todo o controle dá-se pela observação destas condições, como por exemplo, pela observação do nível de ruído de um determinado mancal de rolamento.

É aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação.

Trata-se da 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. Na Europa, a manutenção preditiva é conhecida pelo nome de manutenção condicional e nos Estados Unidos recebe o nome de preditiva ou previsional

Conceito: é o conjunto de actividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam a performance ou desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, visando definir a necessidade ou não de intervenção.

Quando a intervenção, fruto do acompanhamento preditivo, é realizada, estamos na verdade realizar uma manutenção correctiva planeada.

Na prática diária da manutenção, torna-se difícil separar onde termina a manutenção preventiva e onde se inicia a manutenção preditiva, pois embora muitos operadores de manutenção desconheçam o método, eles já o utilizam parcialmente na prática. Por exemplo,

quando determinam a paragem de uma máquina fora da programação preventiva pelo facto da mesma estar super-aquecida ou com vibração fora do comum, mesmo que ainda trabalhe.

Para realizar a manutenção preditiva torna-se necessário mudar toda a filosofia de actuação da equipe de trabalho. É preciso, antes de tudo, capacitar uma equipe em manutenção preditiva e orientar todo o pessoal por meio de formação específica.

1.4.3.1. Objectivos da Manutenção Preditiva

Os objectivos da manutenção preditiva são inúmeros, comparados ao método da manutenção meramente correctiva ou da preventiva [4]-[5]-[6]-[10]:

- ✚ Determinar, antecipadamente, a necessidade de serviços de manutenção numa peça específica de um equipamento;
- ✚ Eliminar desmontagens desnecessárias para inspecção;
- ✚ Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- ✚ Reduzir o trabalho de emergência não planeado;
- ✚ Impedir o aumento dos danos;
- ✚ Aproveitar a vida útil total dos componentes e de um equipamento;
- ✚ Aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento ou linha de produção;
- ✚ Determinar previamente as interrupções de fabricação para cuidar dos equipamentos que precisam de manutenção.
- ✚ Por meio desses objectivos, pode-se deduzir que eles estão direccionados a uma finalidade maior e importante: redução de custos de manutenção e aumento da produtividade (Fig. 1.4).

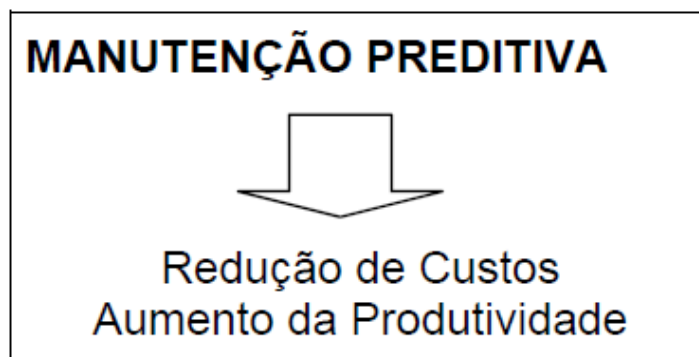


Figura 1.4- Objectivos da manutenção preditiva

1.4.3.2. Metodologia

A manutenção preditiva preocupa-se com as alterações que ocorrem no comportamento normal do equipamento. Para chegar-se às informações que traduzem a “instabilidade” de um equipamento, há necessidade de se estabelecer um diagnóstico sobre o equipamento, que consiste na monitorização de seus componentes.

Para o desenvolvimento do diagnóstico, o profissional de manutenção deverá estudar o equipamento para compreender a cadeia de funcionamento e então descobrir a origem das avarias, bem como as consequências destas nos outros componentes. O conhecimento do funcionamento permite, com segurança, obter os dados necessários ao diagnóstico dentro de uma estreita margem de erros. Descobrir as causas de uma avaria é mais importante do que a simples troca de um componente danificado [4]-[5]-[6]-[10].

Para a elaboração de um diagnóstico, os envolvidos no problema precisam saber qual o mecanismo de deterioração que leva à geração de avarias e como uma avaria exerce acção nos componentes associados. A operação de um equipamento ou mesmo componente, em perfeitas condições, fornece alguns dados, que são denominados parâmetros (vibrações, temperatura, pressão, etc.), permitindo executar o diagnóstico com boa margem de segurança. Na Fig. 1.5 esquematiza-se a meta principal da manutenção preditiva.

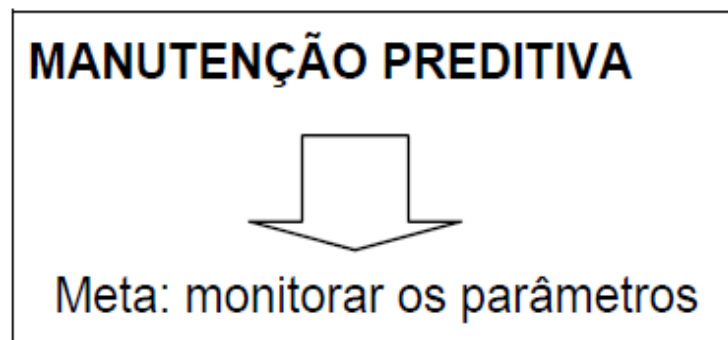


Figura 1.5 - Meta principal da manutenção preditiva

No caso comum, basta verificar uma alteração nestes parâmetros que o problema pode ser resolvido, efectuando a manutenção neste componente.

Entretanto, quando se trata de um processo racional, a substituição não é simplesmente executada, mas sim são estudados os efeitos da alteração dos componentes associados e, principalmente, são investigadas as causas do desgaste visando obter meios de atenuar tais causas, quando não são eliminadas.

Para a implantação de uma sistemática de manutenção preditiva num equipamento ou sistema, é necessário:

- a) Verificação de quais os componentes e das operação no equipamento isto depende;
- b) Verificar, junto ao fornecedor, quais os valores numéricos dos parâmetros que interessam à manutenção (valores padrões - referentes a equipamentos novos);
- c) Determinação do procedimento de medição destes parâmetros que interessam à manutenção;
- d) Fixação dos limites normal, alerta e perigoso para os valores desses parâmetros. Deve-se utilizar os valores estabelecidos nas especificações internacionais, na ausência de dados experimentais;
- e) Elaboração de um procedimento para registrar e tabelar todos os valores que forem medidos (referentes aos valores padrões);
- f) Determinação experimental ou empírica dos intervalos de tempo entre as medições sucessivas.

* Observações:

Este item é fundamental, uma vez que o responsável pela manutenção deve assegurar que não haja paragens não programadas devido à quebra de um componente qualquer durante o período entre observações sucessivas.

Caso contrário, o programa de manutenção perde o sentido, uma vez que sua finalidade principal é evitar paragens inesperadas.

1.4.4. Análise de Avarias

A análise da tendência de avaria consiste em prever com antecedência a quebra, por meio de instrumentos e aparelhos que exercem vigilância constante, procedimento a necessidade de reparo [3]-[4]-[5]-[6]. Esta tendência pode ser vista nas Figs. 1.6, 1.7 e 1.8.

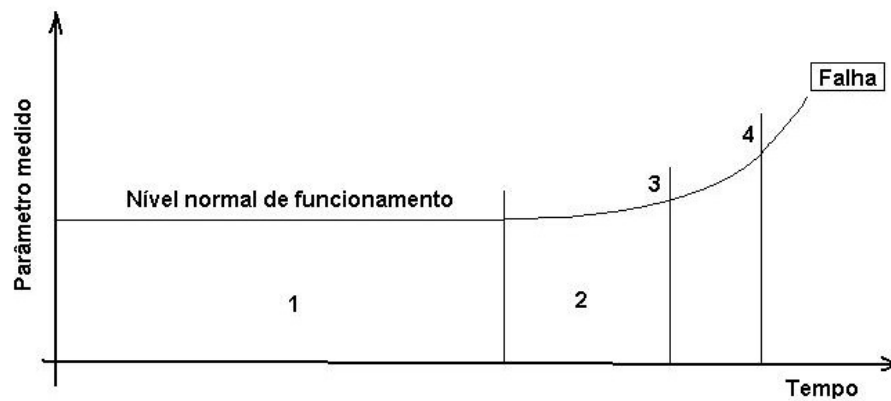


Figura 1.6 - Evolução de um parâmetro medido em função do tempo

- 1 - Zona de medidas periódicas normais: intervalo definido previamente.
- 2 - Zona de desenvolvimento do defeito: duração entre as medidas diminui (acompanhamento da evolução do defeito);
- 3 - Zona de diagnóstico do defeito: a manutenção é prevista;
- 4 - Zona de realização da manutenção: antes da ocorrência da avaria. Após a intervenção, há um retorno à zona 1.

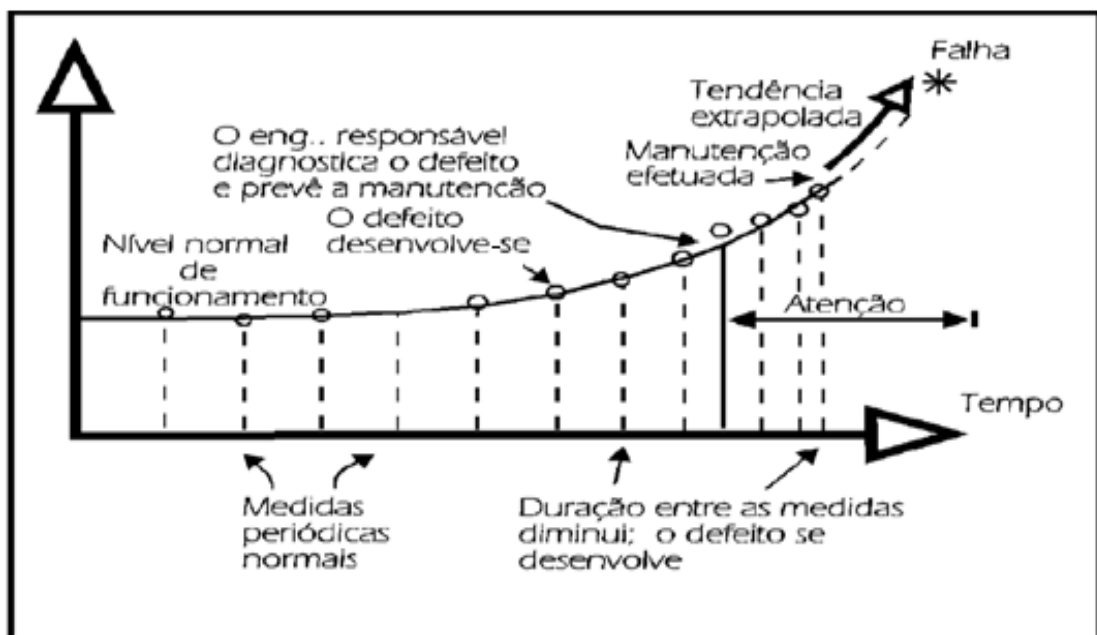


Figura 1.7 - Curva de tendência da evolução do ciclo de vida de um equipamento

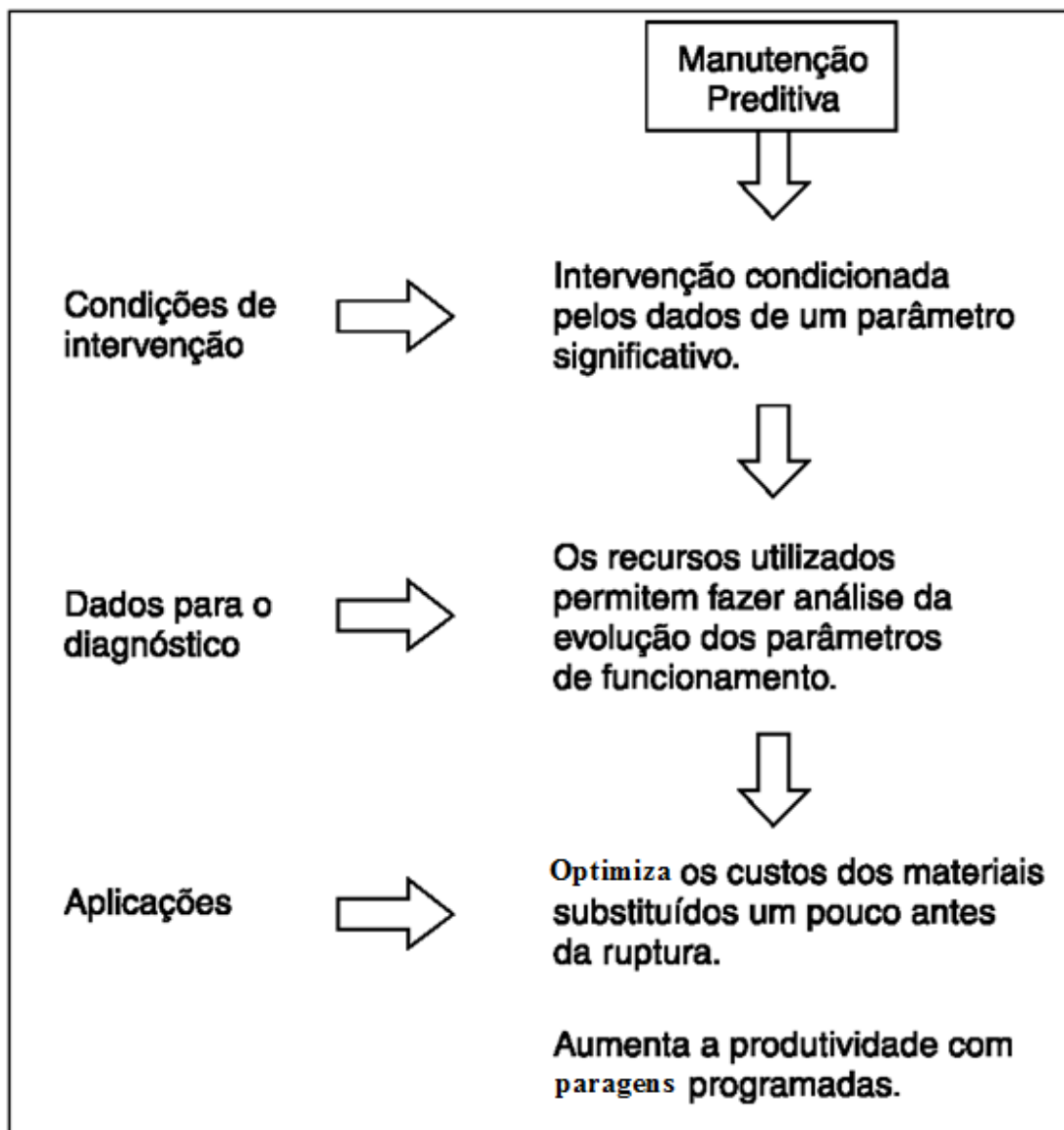


Figura 1.8 - Esquematização sequencial das tarefas associadas à manutenção preventiva

1.4.5 Formas de Monitorização

A avaliação do estado do equipamento dá-se através da medição, acompanhamento ou monitorização de parâmetros. Esse acompanhamento pode ser feito de três formas [5]:

Acompanhamento ou monitorização subjectiva: Dá-se pela percepção de que algum parâmetro está fora do comum, por exemplo: colocar a mão na caixa de mancal e perceber que a temperatura está acima do normal; visualizar o lubrificante da máquina e comparar a viscosidade; verificar o ruído acima do comum na caixa de velocidades; etc.

Portanto, é o acompanhamento que se dá através dos sentidos visão, audição, tacto e olfacto. Pode ser feito por qualquer um, inclusive o próprio operador. E a monitorização será tão confiável quanto a experiência do operador. Este acompanhamento deve sempre ser incentivado, e já é feito muitas vezes sem mesmo ser percebido. Entretanto, não deve ser usado como único método, porque há risco da percepção não ocorrer ou de ocorrer uma percepção errada.

Acompanhamento ou monitorização objectiva: É feito com base em medições utilizando equipamentos ou instrumentos especiais.

Considera-se objectiva por fornecer um valor de medição do parâmetro que está a ser acompanhado que não depende dos sentidos do operador do instrumento. É importante que os monitores sejam treinados e os instrumentos estejam aferidos e calibrados.

Monitorização contínua: É também um acompanhamento objectivo. Foi adoptada inicialmente nos equipamentos de alta responsabilidade cujo desenvolvimento do defeito dava-se em pouco tempo. Como o seu custo era alto, só assim e que erra justificado nesta situação, mas com o desenvolvimento dos sistemas digitais e da informática, isso tem-se tornado possível, ainda que restrito a equipamentos caros. Um exemplo é a monitorização dos grupos geradores nas centrais hidroeléctricas da, cuja monitorização dá-se na sede da empresa, ou seja, os instrumentos instalados nas centrais monitorizam parâmetros (como vibração, temperatura de mancais, etc.) que são transmitidos e monitorizados em tempo real da sede. Isso não significa que exista um técnico 24 horas por dia, pois é possível que existam programas que monitorizam e exibem relatórios normais e de alerta de forma automática.

O espectro da manutenção preditiva é bastante amplo, variando desde um simples exame visual a um sistema complexo de monitorizado das condições de operação das máquinas com o auxílio de sofisticados aparelhos de medição e análise.

É inviável estabelecer ou classificar todos os métodos e processos possíveis para obter um programa de manutenção preditiva eficiente e económico. Existe um número bem determinado de parâmetros a monitorizar. O Quadro 1.8 explicita resumidamente as principais variáveis e as máquinas e equipamentos que as utilizam.

Quadro 1.8 - Esquematização dos métodos e processos a adoptar para diferentes tipos de equipamentos.

Observação prática	Máquinas rotativas	Dispositivos Estáticos	Dispositivos Eléctricos	Instrumentos	Estruturas
Ensaios não destrutivos					
Exame visual					
Medição e análise Vibrações					
Medição de temperatura e pressão					
Medida do nível sonoro					
Medida da espessura/corrosão					
Análise de lubrificantes					
Detecção de vazamentos de fluidos					
Análise química					

Os principais parâmetros a controlar actualmente são os seguintes [5]-[6]:

a) Vibração: o acompanhamento e análise de vibrações são um dos mais importantes métodos de predição em vários tipos de indústria, sendo a ênfase em equipamentos rotativos, mas também aplicável a muitos outros (asa de avião, molas de vagão de trem, estrutura sujeita à acção do vento, etc.).

b) Temperatura: a medição da temperatura é um dos parâmetros de mais fácil compreensão e acompanhamento. Alguns exemplos clássicos são: temperatura em mancais de máquinas rotativas (a elevação pode ser resultado de desgaste ou problemas relacionados à lubrificação); temperatura da superfície de equipamentos estacionários (a elevação pode indicar danos no isolamento); temperatura em barramentos e equipamentos eléctricos (a elevação pode indicar maus contactos).

c) Lubrificação: A análise de lubrificante não só permite economia, por aumentar o intervalo de troca recomendado pelo fabricante, como também detecta outros problemas, como vedação deficiente entre outros. Existem duas técnicas: a tradicional consiste em verificação das características do lubrificante para verificar a continuação adequada; já a técnica ferrográfica permite avaliar as condições de desgaste das máquinas, tomando por base a análise de partículas presentes no óleo lubrificante.

Da mesma forma que se faz um plano de manutenção preditiva, é necessário planear e executar acções que visem a motivação do pessoal de manutenção, já que o homem é a peça chave para o sucesso de qualquer actividade. Algumas acções que devem ser implementadas são:

- ✚ Criação de listas de e-mail contendo toda lotação da manutenção, visando divulgar elogios, perdas operacionais, acidentes ou incidentes, indicadores e outros pontos relevantes;
- ✚ Presença do Gerente de Manutenção nas oficinas de manutenção e área industrial, visando troca de informações com executantes, supervisores, técnicos, engenheiros, etc. ;
- ✚ Manter e dar prioridade total à realização de reuniões semanais dos gerentes e supervisores de manutenção, para troca de informações e relatórios;
- ✚ Dar oportunidade e incentivar o “fast feedback” para todos os empregados de manutenção. “Feedback” significa retornar as informações que surgiram com as actividades, e “fast” de forma rápida, exacta e adequada. Visa a melhoria do sistema da forma mais rápida possível;
- ✚ Induzir os gerentes e supervisores a comunicar aos subordinados as suas histórias profissionais e pessoais, incentivando e desafiando os funcionários com relação à carreira e também humanizando as relações;
- ✚ Realizar inspecções sistemáticas nos sectores para conhecimento das rotinas além de valorização e integração dos funcionários;
- ✚ Manter programas de formação, cursos e seminários, que não só aperfeiçoam os funcionários como representa incentivos ao crescimento profissional dos mesmos;
- ✚ Pontualidade, seriedade e respeito nas relações interpessoais entre chefia e funcionários, e entre os próprios funcionários;
- ✚ Realizar eventos para celebrar sucessos obtidos.

1.5. MODELOS DE MANUTENÇÃO

De entre os modelos de manutenção referidos no subcapítulo anterior, serão de seguida analisados, com algum detalhe, os modelos “TPM-Total Productive Maintenance” (Manutenção Produtiva Total ou Manutenção de Produtividade Total) e “RCM-Reliability Centred Maintenance” (Manutenção Centrada na Fiabilidade) [1]-[2]-[3]-[4]-[5]-[6]-[8]-[9]-[10]. Esta escolha justifica-se plenamente, na medida em que ambos os modelos têm sido aplicados com êxito na indústria, a nível mundial, no decorrer das últimas duas décadas, e por serem modelos cuja filosofia se baseia na optimização da relação custo/eficácia da Função

Manutenção que, por sua vez, conduz a elevados níveis de segurança de pessoas e bens, à continuidade do processo produtivo e à protecção do meio ambiente.

Sendo a cultura industrial portuguesa tradicionalmente fechada, e marcada por uma forte departamentalização das funções dentro da empresa, a adopção da filosofia TPM significaria uma melhoria do seu desempenho, ao nível da redução de custos e do aumento da produtividade. Por outro lado, a adopção da filosofia RCM permite minimizar as dificuldades de manutenção de sistemas, cada vez mais complexos, cuja manutenção preventiva, do ponto de vista tradicional, impõe custos e níveis de indisponibilidade elevados, devido a paragens para acções de manutenção, insustentáveis para as empresas que se querem competitivas.

1.5.1. Manutenção Produtiva Total

Durante muito tempo as indústrias funcionaram com o sistema de manutenção correctiva. Com isso, ocorriam desperdícios, no trabalho, perda de tempo e de esforços humanos, além de prejuízos financeiros. Com o surgimento da manutenção preventiva e preditiva, surgiram também sistemas de gestão de manutenção que procuram a máxima eficiência.

Um destes sistemas de gestão, que se tornou conhecida pela sua eficiência é a manutenção produtiva total, conhecida pela sigla TPM (total productive maintenance), que envolve manutenção preventiva e preditiva além de muitos outros aspectos [3]-[4]-[5]-[8]-[9].

Na procura de maior eficiência da manutenção, por meio de um sistema compreensivo, baseado no respeito individual e na total participação dos empregados, surgiu a TPM, em 1970, no Japão. Os factores que contribuíram foram os seguintes:

- ✚ Avanço na automação industrial;
- ✚ Procura em termos da melhoria da qualidade;
- ✚ Aumento da concorrência empresarial;
- ✚ Emprego do sistema “just-in-time” (sistema que produz a partir das encomendas ao invés de produzir e empurrar as vendas);
- ✚ Maior consciência de preservação ambiental e conservação de energia;
- ✚ Dificuldades de recrutamento de mão-de-obra para trabalhos considerados sujos, pesados ou perigosos;
- ✚ Aumento da gestão participativa e surgimento do operário polivalente.

Todas essas ocorrências contribuíram para o aparecimento da TPM. A empresa que usava máquinas preocupava-se em valorizar e manter o seu património, pensando em termos de custo do ciclo de vida da máquina ou equipamento. No mesmo período, surgiram outras

teorias com os mesmos objectivos, mas a TPM mostrou ser extremamente eficaz. Começou a ser implantado por empresas Portuguesas a partir da década de 1990.

Os oito pilares da TPM são as bases sobre as quais construímos um programa de TPM, envolvendo toda a empresa e habilitando-a para encontrar metas, tais como defeito zero, avarias zero, aumento da disponibilidade de equipamento e lucratividade. Não só envolvem termos materiais, mas humanos também.

Saraiva Cabral [5] descreve que para a implementação do TPM são necessários os seguintes oito pilares básicos (ver Fig.1.9):

1. Melhorias individualizadas nas máquinas;
2. Estruturação da manutenção autónoma;
3. Estruturação da manutenção planeada;
4. Formação para incremento das capacidades do operador e do técnico da manutenção;
5. Controlo inicial do equipamento e produtos;
6. Manutenção da qualidade;
7. TPM nos escritórios;
8. Higiene, segurança e controlo ambiental.



Figura 1.9 -Pilares da estrutura da Manutenção Produtiva Total.

Saraiva Cabral [5] considera que o pilar da manutenção autónoma é o mais importante do TPM, por permitir aplicar os cuidados básicos de manutenção da máquina através do operador.

São sete as etapas para a aplicação da manutenção autónoma [3]-[5]-[8]-[9]:

1. Limpeza inicial: eliminando na totalidade as sujidades que se formam no equipamento, bem como a detecção de inconveniências e sua reparação.
2. Medidas de combate contra a fonte de sujidade e local de difícil acesso: efectuar melhorias quanto à fonte de sujidades, prevenção contra derrames e locais de difícil limpeza e lubrificação, reduzir o tempo gasto nesses procedimentos.
3. Elaboração de normas de limpeza e lubrificação: efectuar normas de limpeza de forma a manter efectivamente o menor tempo para as operações de limpeza, reaperto (é necessário indicar o tempo diário requerido para tais operações).
4. Inspeção geral: detecção e restauração de falhas do equipamento através da aplicação de técnicas de inspeção geral conforme o manual de inspeção.
5. Inspeção autónoma: elaboração e execução da folha de inspeção.
6. Organização e ordem: padronizar os itens de controlo dos diversos locais de trabalho e a sistematização total da sua manutenção:
 - Normas de inspeção de limpeza e de lubrificação.
 - Normas de fluxo de materiais no local de trabalho.
 - Padronização do registo de dados.
 - Normas de controlo de ferramentas, moldes e dispositivos.
7. Consolidação: desenvolver as directrizes e as metas e executar regularmente o registo da actividade de melhoria.

A implementação da TPM segue quatro grandes passos [3]-[5]-[8]-[9]:

1. Capacitação:

- Operadores: realizar manutenção autónoma, ou seja, ser o técnico de manutenção do equipamento (através da monitorização subjectiva e outras acções);
- Executores: não serem muito especializados, mas polivalentes, ou seja, podem resolver mais que um tipo de problema;
- Engenheiros: projectarem equipamentos que exijam o mínimo de manutenção.

2. Aplicar o programa dos oito S:

- Seiri: organização, eliminando o supérfluo;
- Seiton: arrumação, identificando e colocando tudo em ordem;
- Seiso: limpeza, implica em limpar sempre e não sujar;
- Seiketsu: padronização, implica manter a arrumação, limpeza e ordem;
- Shitsuke: disciplina, fazer tudo espontaneamente;
- Shido: formação, constante capacitação pessoal;
- Seison: eliminar as perdas;
- Shikari yaro: realizar com determinação e união.

3. Eliminar as seis grandes perdas:

- Perdas por quebra;
- Perdas por demora na troca de ferramentas e regulação;
- Perdas por operação em vazio (espera);
- Perdas por redução da velocidade em relação ao padrão normal;
- Perdas por defeitos de produção;
- Perdas por queda de rendimento.

4. Aplicar as cinco medidas para obtenção da quebra zero:

- Estruturação das condições básicas;
- Obediência às condições de uso;
- Regeneração do envelhecimento dos equipamentos;
- Prevenir falhas (erros) de projecto;
- Incrementar a capacitação técnica do pessoal.

A ideia de “quebra zero” baseia-se no conceito de que a quebra é a falha invisível. A falha visível é causada por uma série de avarias invisíveis, assim como um iceberg tem apenas a sua ponta visível (Fig. 1.10). Logo, se os operadores estiverem conscientes de que devem evitar avarias invisíveis, a quebra deixará de ocorrer.

Efeitos da TPM nos recursos humanos: na forma como é proposta, oferece grandes benefícios não só à empresa, mas também aos funcionários:

- ❖ Aumento de autoconfiança;
- ❖ Aumento da atenção no trabalho;
- ❖ Aumento da satisfação;
- ❖ Melhoria do espírito de equipa;
- ❖ Desenvolvimento e aquisição de habilidades;

- ❖ Maior senso de responsabilidade pelos equipamentos;
- ❖ Maior satisfação pelo reconhecimento.

“A manutenção não deve ser apenas aquela que conserta, mas, sim, aquela que elimina a necessidade de consertar” (anónimo).



Figura 1.10 - Iceberg das grandes perdas

1.5.2. Manutenção Centrada na Fiabilidade

Em função das grandes mudanças que ocorreram nas últimas décadas - aumento do número e diversidade de equipamentos que necessitam ser mantidos, sistemas cada vez mais complexos, novas técnicas de manutenção, maiores responsabilidades atribuídas à Função Manutenção, etc - os responsáveis por equipas de manutenção sentiram a necessidade de adoptar um método de trabalho que sintetizasse os novos avanços num modelo coerente, modelo esse que permitisse avaliar os novos desafios e aplicar os novos recursos disponíveis, de uma forma mais racional. A “RCM - Reliability Centred Maintenance” (Manutenção Centrada na Fiabilidade) foi considerada como a metodologia mais adequada, pois baseia-se nesta filosofia de trabalho, e já foi amplamente testada durante um longo período de tempo, e em vários segmentos da indústria [1]-[2]-[3]-[4]-[5]-[6].

A sua metodologia determina uma convergência de objectivos e de esforços da Função Produção e da Função Manutenção, nomeadamente através do seu envolvimento em trabalho de grupo, o que gera uma dinâmica e uma motivação dos elementos envolvidos, o que, seguramente, contribui para os bons resultados que a sua aplicação tem evidenciado.

O desenvolvimento da metodologia da RCM - Manutenção Centrada na Fiabilidade, teve a sua origem na indústria aeronáutica dos Estados Unidos, no início da década de sessenta. Nessa altura, todos os aviões americanos, por norma, eram sujeitos a uma manutenção preventiva completa, incluindo a verificação de todos os sistemas e a substituição de muitos componentes. Com o surgimento do Boeing 747, três vezes maior do que o maior avião de passageiros até então existente, constatou-se que, aplicar o mesmo conceito de manutenção preventiva no 747, seria inexecutável, pois o avião ficaria muito mais tempo imobilizado do que a voar, e o custo da manutenção seria proibitivo. Saliente-se que esta aeronave possui “apenas” 4,5 milhões de componentes! Idêntica situação sucede actualmente com o Airbus A380, com uma quantidade significativamente superior de componentes.

Assim, a evolução tecnológica das aeronaves, e também a perspectiva do aumento do número de unidades em operação, exigiram um reexame dos processos de manutenção, visando a segurança operativa destes equipamentos e a racionalização dos custos operacionais das empresas.

Em 1968, representantes das empresas aéreas, dos fabricantes e do governo americano reuniram-se num comité, com a finalidade de desenvolver estudos de análise das falhas ocorridas e do plano de manutenção das aeronaves. O documento foi inicialmente publicado como MSG-1 e, em 1970, apresentado em versão revista sob o título de MSG-2.

Importa destacar que esses estudos conduziram a uma importante alteração, do ponto de vista da análise da manutenção, no sentido de não se analisar apenas cada equipamento, mas também de se analisar a função exercida por esse equipamento em relação ao sistema em que está inserido.

No início da década de 70 a US Navy tornou-se a primeira entidade a aplicar a RCM em navios. Em 1980, a RCM passou a ser exigida como técnica de manutenção preventiva em todos os navios da marinha americana, seguidos pelo exército e pela força aérea. A “EPRI-Electric Power Research” (Investigação em Energia Eléctrica) realizou os primeiros trabalhos analíticos para aplicação da RCM em centrais térmicas e nucleares americanas, o que veio a ser consolidado em 1983, no Sistema de Arrefecimento de Componentes nas centrais nucleares de Turkey Point, aplicação essa seguida com sucesso pela Central Nuclear de McGuire.

O Departamento de Defesa dos Estados Unidos promoveu um estudo do “estado da arte” da manutenção na área da aviação comercial. Como resultado, publicaram o relatório intitulado

“RCM - Reliability Centred Maintenance” (Manutenção Centrada na Fiabilidade), que constituiu um marco para o estabelecimento do conceito de Manutenção Centrada na Fiabilidade. Mais tarde, no início dos anos 80, e como referido anteriormente, a RCM passou também a ser aplicada nos demais segmentos da área industrial e não somente na da aviação.

A implantação deste modelo deverá ser concretizada através da constituição de grupos de trabalho multidisciplinares e multifuncionais, constituídos por elementos da Função Produção e da Função Manutenção, provenientes de diversos níveis hierárquicos, com prévia formação geral na metodologia RCM e nas respectivas técnicas aplicáveis, devendo ser apoiados por especialistas no modelo.

Estes grupos de trabalho deverão identificar em primeiro lugar as falhas críticas dos equipamentos, nomeadamente as designadas por “falhas escondidas”, que não afectam de imediato a produção ou a exploração não tendo assim efeitos imediatamente visíveis, mas que podem culminar em graves consequências. Basta pensar, por exemplo, na fractura gradual do veio de um motor eléctrico de tracção, que não é visível, mas que, no seu estágio final, acarretará a destruição do accionamento e a consequente paragem do material circulante motor onde esteja instalado, conduzindo a prejuízos na sua exploração.

Posteriormente, e de uma forma sistemática e devidamente estruturada, deverão analisar as consequências dessas falhas na segurança dos bens e pessoas, na continuidade do processo e no ambiente, através de uma metodologia específica e recorrendo ao apoio de programas informáticos, dispondo de algoritmos que permitam estudar as falhas dos equipamentos, estabelecendo, à posteriori, qual a política de manutenção mais vantajosa a ser aplicada aos equipamentos ou à instalação em causa, tendo em conta os riscos assumidos à partida pela empresa.

O modelo RCM promove, assim, a aplicação de políticas de manutenção fundamentadas no conhecimento completo das funções do equipamento, no contexto em que está a operar, e no conhecimento profundo dos seus tipos de falhas e suas consequências, como resultado do estudo detalhado, por parte dos grupos de trabalho, dos seguintes aspectos [1]-[2]-[3]-[4]-[5]-[6]:

- Funções do equipamento e seus requisitos padrão.
- Análise das suas falhas funcionais e respectivos tipos e efeitos, através do método FMECA - Failure Modes, Effects and Criticality Analysis (Consequências dos Tipos de Falhas - Falhas -, e Análise das Criticidades).
- Consequências das falhas na segurança, no ambiente e na produção (avaliação de riscos).

- Definição da política de manutenção, aplicando a metodologia específica da RCM à informação previamente obtida, recorrendo a acções de:
 - manutenção preventiva;
 - default, para os casos em que não é possível identificar acções de natureza preventiva, e que incluem inspecções periódicas e o cálculo da sua periodicidade efectuadas aos sistemas de protecção;
 - manutenção correctiva e modificações.

A implantação da RCM requer então a adopção de uma sequência lógica de etapas, que compreendem a delimitação do sistema objecto da aplicação, a análise funcional pela definição das funções de todos os seus principais componentes e as possíveis falhas funcionais associadas a essas funções, e a utilização da Análise dos Modos e Efeitos das Falhas (FMEA - Failure Modes and Effects Analysis).

1.5.3. Novas Práticas e Filosofias

Peter Drucker, em *Os Desafios da Gestão para o Século XXI*, opina sobre o desenvolvimento empresarial, escrevendo que “os activos mais valiosos de uma empresa do século XX eram os seus equipamentos de produção. O activo mais valioso de uma instituição do século XXI, seja empresarial ou não, será os seus trabalhadores qualificados e a sua produtividade.” Ou seja, melhorar a eficiência dos activos constitui um desafio actual [1]-[2].

1.5.3.1. Melhoria da Eficiência dos Activos

A optimização da eficiência dos equipamentos nas empresas tem como benefício o facto de representar um impacto significativo nos proveitos assim como um valor acrescentado para todos os accionistas. Sem dúvida que a eficiência dos activos tem um reflexo directo na qualidade e na produtividade e, em muitas situações, é determinante para a capacidade que as empresas têm para competir e, inclusivamente, para sobreviverem. Poder-se-á afirmar, com base na experiência, que as organizações que se focam na eficiência global dos equipamentos chegam à conclusão que conseguem incrementar a sua capacidade de produção sem que os investimentos em capital tenham que ser significativos.

De um modo geral, as administrações empresariais estão conscientes das vantagens significativas que conseguirão obter através da adopção de programas de gestão de activos bem executados. Todavia, para bastantes organizações, a melhoria da eficiência dos activos

poderá representar um enorme desafio, na medida em que não só não possuem ainda os recursos ou os conhecimentos necessários para implantar os mais recentes e constantes desenvolvimentos tecnológicos, mas também porque não se encontram aptas para adequarem os processos e as mudanças culturais, com um ritmo que seja compatível com a obtenção dos resultados necessários, de forma sustentada e em tempo útil.

Muitas organizações iniciam os seus processos de melhoria, todavia não dão importância nem à definição de estratégias convenientes nem ao planeamento e à programação, assim como à relação da programação com os indicadores de referência, a obter através de uma política de benchmarking. Como resultado, a utilização dos seus recursos em capital e a manutenção dos seus equipamentos serão deficientes, colocando seriamente em risco os objectivos de eficiência previamente definidos.

Usualmente, como deverá ser a prática habitual sem excepções na indústria, os construtores de equipamentos destacam-se na vanguarda do desenvolvimento e implantação de novas tecnologias. Para se melhorar o projecto e a qualidade dos produtos, deverá ser uma tradição corrente o investimento permanente em investigação e desenvolvimento, através de centros próprios ou criando parcerias com universidades e parques de ciência e tecnologia. Estas posturas contribuem decisivamente para a optimização do desempenho de equipamentos e linhas de produção, assim como para a clara definição dos modelos e políticas de manutenção a adoptar, no sentido de melhorar a eficiência dos activos e de reduzir os custos directos e indirectos associados à função manutenção.

1.5.3.2. Conceito de Optimização da Eficiência dos Activos

O AEO - Asset Efficiency Optimization, que, na literatura técnica em língua portuguesa, se pode traduzir como sendo a OEA - Optimização da Eficiência dos Activos, é uma política que permite que uma empresa industrial aumente os seus níveis de produção, mantendo ou mesmo reduzindo os seus custos.

O AEO consiste num sistema para organização e aplicação na gestão de activos, englobando os recursos humanos e os equipamentos, reunindo em si os conhecimentos e as tecnologias necessários para se conseguir o máximo retorno dos investimentos realizados. Os sistemas desenvolvidos pela empresa SKF, através da sua subsidiária SKF Reliability Systems, conjugam o poder das soluções, das tecnologias e dos serviços, por forma a permitir aos utilizadores alcançar os objectivos globais definidos para as suas empresas, como sejam as reduções de custos, uma maior produtividade, uma melhor utilização de recursos humanos e equipamentos, com vista a obterem-se os melhores proveitos no final. Ou seja, os objectivos

da empresa referida anteriormente, consistem em disponibilizar uma ferramenta informática e operacional poderosa, como sendo uma solução de melhoria da produtividade total, sendo a meta a atingir a redução dos custos totais inerentes aos equipamentos, o aumento da produtividade, e a majoração dos proveitos.

1.5.3.3. A Fiabilidade na Manutenção Industrial

Para um número significativo de empresários, aumentar a produtividade representa construir mais fábricas. Todavia, actualmente, mais do que construir novas unidades fabris como forma de expandir os negócios, a melhor oportunidade para gerar lucros, fluxos de caixa positivos, e gerar valor para os accionistas, consiste na melhoria da eficiência das fábricas. A capitalização conseguida através da melhoria da eficiência global, medida por meio do indicador OEE - Overall Equipment Efficiency (EGE - Eficiência Global dos Equipamentos), pode vir a revelar em muitas situações o equivalente prático a uma “nova fábrica”, escondida no interior das empresas actuais.

Para se maximizar o indicador OEE, é fundamental otimizar a fiabilidade dos equipamentos, desempenhando a função manutenção um papel crítico no que diz respeito à obtenção das metas de fiabilidade. Contudo, atingir essas metas requer uma mudança radical nas atitudes e práticas da manutenção industrial. Ou seja, deverá haver uma migração das políticas de manutenção tradicionais, isto é, da manutenção correctiva, que é reactiva e funcional, para uma política de manutenção proactiva, baseada na fiabilidade e que se encontre plenamente integrada na actividade global da unidade fabril.

A empresa citada no parágrafo anterior, devido à sua grande experiência praticamente centenária, desenvolveu ferramentas e modelos que permitem elaborar um plano de transferência personalizado, isto é, empresa a empresa consoante as suas especificidades, para a organização e gestão da manutenção que se encontre disponível a transformar-se de um centro de custos para uma oportunidade de proveitos. Os especialistas na gestão de activos desenvolvem as suas actividades em parceria com as empresas interessadas, discutindo e partilhando riscos e vantagens, com a finalidade de criarem sinergias com vista a obterem a optimização do indicador OEE - Overall Equipment Efficiency, através do desenvolvimento de estratégias e modelos eficazes de manutenção e de gestão dos activos.

A experiência da empresa SKF no domínio da optimização da eficiência dos activos não se esgota na ajuda aos sucessos conseguidos pelos seus clientes. Tendo sido fundada em 1907 e sendo líder de mercado no fornecimento de rolamentos, possuindo 80 unidades fabris em todo o mundo, soube tirar as devidas conclusões no que respeita ao impacto nos resultados finais,

independentemente das condições do mercado, como consequência benéfica da adopção da optimização da eficiência dos activos. Convém realçar que a indústria de rolamentos é extremamente competitiva e tecnológica, sendo o mercado dirigido pelo modelo clássico de fornecimento de commodities, no qual o custo de produção é um dos principais factores que determinam a rentabilidade das empresas.

Como observação, pode-se afirmar que a rentabilidade e a estabilidade financeira da SKF permite demonstrar que o processo de optimização da eficiência dos activos é um caminho viável para o incremento do valor acrescentado para os accionistas, daí a criação da subsidiária *SKF Reliability Systems*, com o objectivo de disponibilizar no mercado sistemas de OEE baseados na sua experiência acumulada, colocando assim o seu conhecimento ao serviço dos clientes.

A evolução do conhecimento desta empresa, associado aos equipamentos, conduziu à sua liderança no que respeita ao fornecimento de sistemas de hardware e software de diagnóstico e monitorização da condição, ferramentas estas que, associadas a uma correcta utilização, permitem monitorizar o estado de operacionalidade e identificar problemas nos equipamentos, no âmbito de políticas de manutenção proactiva.

1.5.3.4. Fiabilidade de Implementação Rápida

A empresa SKF desenvolveu um programa de manutenção, para os seus clientes, designado por FIR - Fiabilidade de Manutenção Rápida (QSR - Quick Start Reliability), sobretudo para ser aplicado em unidades fabris que possuam ainda um sistema organizativo de manutenção bastante reactivo ou muito hierarquizado. Ou seja, empresas tecnologicamente pouco desenvolvidas, que possuem uma baixa componente nos processos de optimização e de competências e conhecimentos nos domínios da engenharia de manutenção e fiabilidade. Esta filosofia tem uma abordagem modular, podendo evoluir para uma implementação global do processo AEO. É caracterizada pelos seguintes factores:

1. É indicado para unidades produtivas que se encontram ainda na base da pirâmide da maturidade organizativa e que, em termos de manutenção, utilizam apenas a política reactiva (“apaga fogos”).
2. Foi desenvolvido para estabelecer um modelo de manutenção onde não exista ainda nenhum processo em funcionamento, ou onde o que se encontra em prática seja subdesenvolvido.
3. Focaliza-se nos primeiros 90 dias e obriga a uma mudança global do plano de gestão e organização da manutenção.

4. É direccionado para implementar de uma forma acelerada toda uma nova cultura de gestão do desempenho.
5. É constituído, estruturalmente, por um processo de oito etapas, que identificam os melhores “êxitos preliminares” de uma unidade produtiva, e implementa um programa com o objectivo de atingir esses êxitos.
6. Centra-se na execução do trabalho certo no momento certo e da maneira certa, em equipamentos críticos para a produção.
7. Representa o melhor rumo de acção quando uma empresa não dispõe do tempo nem dos fundos necessários para que possa desenvolver uma revisão abrangente da sua estratégia de manutenção.

1.5.3.5. Manutenção Centrada na Fiabilidade Simplificada

Desenvolvida no seio da SKF, a SRCM (Streamlined Reliability Centred Maintenance) representa uma versão aperfeiçoada da RCM, com o objectivo de ser um modelo dirigido aos modos de falha dominantes dos equipamentos, e aos seus efeitos significativos, tais como as perdas de produção, a segurança de bens e equipamentos, e os impactos ambientais. A grande vantagem desta nova filosofia consiste na consciencialização dos recursos humanos afectos às linhas de produção, quanto às mais valias de uma estratégia de manutenção moderna. Este modelo é particularmente indicado para as situações em que é necessária uma mudança profunda na cultura da manutenção no interior da empresa, sendo igualmente uma boa opção para quem queira recomeçar uma nova era na área da manutenção industrial.

1.5.3.6. Manutenção Baseada no Risco

A RBM (Risk Based Maintenance) representa uma técnica de análise de base financeira, focada no estabelecimento do valor relativo da manutenção. Foi desenvolvida originalmente como forma de rever os programas de manutenção existentes, funcionando bastante bem como ferramenta de aperfeiçoamento contínuo. Este modelo define oportunidades de melhoria através da eliminação de tarefas de baixo valor, e da introdução de tarefas direccionadas para as áreas de elevado risco comercial, sendo um programa valioso igualmente na transferência de conhecimento de instalações existentes para novas instalações, de forma a proporcionar a adopção de novas políticas de manutenção.

1.5.3.7. Manutenção de Fiabilidade Pró-activa

A PRM (Proactive Reliability Maintenance) tem como objectivo a identificação das falhas e a consequente implementação de todos os processos necessários para que não se voltem a verificar. A base do processo consiste no desenvolvimento de um método sistemático de avaliação da produtividade dos activos, e na implementação de acções correctivas de forma a reduzir os custos do ciclo de vida dos equipamentos. Ou seja, a sua grande finalidade é permitir que uma organização possa assumir o controlo total do que acontece nas suas unidades produtivas.

1.5.3.8. Fiabilidade Centrada no Operador

Actualmente, na maioria das empresas industriais, devido a razões organizacionais e históricas, a relação entre a função produção e a função manutenção é ainda pouco explorada, apesar dos benefícios daí decorrentes. Por outro lado, nas unidades produtivas onde essa troca de sinergias já existe, o processo de interrelacionamento poderá ser melhorado de uma forma contínua, como tem vindo a suceder nas empresas líder de mercado, ao adoptarem uma nova filosofia de manutenção denominada Fiabilidade Centrada no Operador (ODR - Operator Driven Reliability), que se baseia nos seguintes sete conceitos:

1) Importância dos operadores

Os operadores são fundamentais para a fiabilidade dos activos, na medida em que se encontram próximos dos equipamentos 24 horas por dia, 7 dias por semana, daí serem os primeiros a detectarem as alterações que se verifiquem no normal desempenho desses equipamentos. O tratamento das informações respeitantes a essas anomalias, por eles elaboradas, poderá significar a diferença entre uma falha no equipamento e a prevenção de falhas. A ODR deverá permitir, para que seja eficaz, a elaboração de uma metodologia que assegure a transformação da detecção antecipada de falhas em acções correctivas imediatas.

2) Partilha dos activos

A maioria das empresas ainda apresenta uma filosofia de gestão que se baseia em produzir mais com menos recursos humanos. A ODR permite a criação de uma cultura de partilha, que conduz a uma maior contribuição e a um maior nível de satisfação no trabalho entre os recursos humanos da produção e os recursos humanos da manutenção. Como se ilustra na figura 2.9 (extraída de O Guia para a Optimização da Eficiência dos Activos e Melhoria dos Resultados, da SKF), a equipa de operação é responsável pela fiabilidade do processo

produtivo, enquanto que a equipa de manutenção se responsabiliza pela fiabilidade dos equipamentos. Juntas, deverão contribuir para a produção de melhorias na disponibilidade global dos equipamentos da unidade fabril.

3) Manutenção produtiva total

As empresas mais competitivas e melhor apetrechadas de meios tecnológicos de produção, dispendo simultaneamente de uma estrutura organizativa desenvolvida, há muito que adoptaram o modelo de Manutenção Produtiva Total (TPM - Total Productive Maintenance), descrita em pormenor no capítulo 1, em todas as suas vertentes. A nova filosofia veio permitir completar esse modelo, oferecendo todas as suas vantagens na medida em que acentua ainda mais a colaboração entre os recursos humanos afectos à produção e os recursos humanos afectos à manutenção. Nas empresas onde ainda não exista a TPM, a adopção da ODR poderá significar um estímulo à implementação da Manutenção Produtiva Total.

4) Automatização da obtenção de dados

A colecta de dados por parte dos operadores, realizada de forma clássica, isto é, manual, é morosa, complicada e sujeita, por sua vez, a desperdícios de tempo e a erros de anotação, não se considerando também a forte probabilidade dos “bilhetinhos” e dos cadernos de notas se extraviarem. Com a disseminação actual de meios informáticos, deverão utilizar-se computadores portáteis, com a finalidade de se automatizar essa recolha de dados, aumentando assim a eficiência, precisão e satisfação do trabalho.

5) Trabalho em equipa

Apesar dos avanços recentes nas tecnologias de informação, existe ainda bastante informação compartimentada no interior das empresas. A adopção da ODR, ao interligar entre si praticamente todos os sectores produtivos das empresas, aumenta a consciência e a cultura interdisciplinares, com vantagens palpáveis para todos esses sectores.

6) Planos de trabalho da manutenção

Um dos principais resultados da definição de uma estratégia coerente de manutenção, consiste na elaboração de um plano estruturado de trabalho e de uma lista de tarefas para cada activo. O desenvolvimento de um programa de ODR, que funcione em torno desses requisitos, apresenta a vantagem de vincular directamente as actividades do dia a dia à estratégia global de desenvolvimento das unidades fabris.

7) Suporte informático

Para que a implementação de uma filosofia ODR seja eficiente e eficaz, é fundamental que seja acompanhada por um suporte informático o mais completo possível, como é o caso do sistema MARLIN, desenvolvido pela SKF. Consiste num robusto computador portátil, personalizado e inclui software de aplicação desenvolvido especificamente para o efeito, permitindo aos operadores recolher facilmente três categorias de dados:

- dados de processo (pressões, caudais, temperaturas, intensidades de correntes eléctricas),
- dados de inspecção sensorial dos equipamentos (observações visuais, controlo sensorial),
- dados de condição dos equipamentos (vibrações e temperatura).

À medida que se vai processando a recolha de dados, o próprio software faz recomendações específicas quando detecta determinadas condições de funcionamento, anómalas. Essas recomendações são pré-determinadas pela direcção de manutenção, e permitem que o operador execute acções correctivas imediatas ou emita pedidos de intervenção mais especializada.

1.6. CONCEITOS DE FALHA E AVARIA

De acordo com a normalização em vigor [7], define-se fiabilidade como sendo a “aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo”. Ainda de acordo com aquela normalização, o termo “fiabilidade” também é utilizado como uma medida de desempenho da fiabilidade e poderá igualmente ser definida como uma probabilidade. Por conseguinte, a fiabilidade representa assim a probabilidade de um bem funcionar satisfatoriamente, isto é, de cumprir a função para a qual foi dimensionado, durante um certo intervalo de tempo, sob condições previamente especificadas. Em sentido amplo, o conceito de “fiabilidade” de um bem encontra-se associado à sua “operação bem sucedida”, ou seja, a uma “ausência de avarias”, ou, ainda, à sua “disponibilidade”. Define-se “bem” como sendo “qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que pode ser considerado individualmente”. Como tal, interessa especificar clara e concisamente o seguinte conjunto de itens [6]:

Componente	{ Peça simples. Ex: semicondutores, escovas de carvão, rolamentos, ventiladores.
Órgão	{ Conjunto de vários componentes que, associados, constituem um dispositivo de complexidade média. Ex: conversor electrónico de potência, motor eléctrico, disjuntor, caixa redutora de transmissão do movimento.
Equipamento	{ Associação de vários órgãos de forma a constituírem um conjunto complexo. Ex: um accionamento eléctrico (transformador, conversor electrónico de potência, electrónica de regulação e controlo, motor eléctrico).
Sistema	{ Associação de vários equipamentos formando um conjunto complexo. Ex: um automóvel eléctrico, uma locomotiva.

De acordo com a normalização em vigor [7], define-se “falha da função requerida” ou simplesmente “falha” (fault, panne), como sendo o “estado de um bem inapto para cumprir uma função requerida, excluindo a inaptidão devida à manutenção preventiva ou outras acções programadas, ou devida à falta de recursos externos”, ou seja, é não só a cessação de funcionamento mas também a degradação de um parâmetro de funcionamento até um nível que se considere insatisfatório. Quanto às suas consequências, as falhas podem ser classificadas em falhas por degradação e falhas catastróficas. Por outro lado, no que respeita às suas características físicas, as falhas podem ainda ser classificadas em falhas funcionais, falhas potenciais, e falhas ocultas. Obviamente que as falhas por degradação e as falhas catastróficas podem ser falhas funcionais, potenciais ou ocultas:

a) Falhas por Degradação

Ocorrem de uma forma lenta e progressiva, resultando da variação gradual de uma ou mais características de desempenho de um bem, para além dos seus limites de resistência. Apesar de acontecerem de uma forma aleatória, podem ser previstas e, conseqüentemente, evitadas, através da adopção de uma política de manutenção preventiva sistemática ou condicionada. Como exemplo, pode-se citar o desgaste gradual e progressivo das escovas de carvão de um motor de corrente contínua - em condições normais, as escovas são substituídas ao atingirem o seu desgaste máximo. Contudo, se o motor funcionar em regime de sobrecarga durante períodos longos, esse desgaste será anormal e ultrapassará o limite máximo admissível antes do período usual de substituição, originando deficiências de comutação no motor.

b) Falhas Catastróficas

Ocorrem de uma forma súbita, e resultam da variação imediata de uma ou mais características de desempenho de um bem, inutilizando-o. A sua ocorrência é casual, sendo, por conseguinte, imprevisíveis. É o caso, por exemplo, do desencadeamento súbito de um flash (anel de fogo) sobre a periferia do colector de um motor de corrente contínua, que provoca a destruição irreversível do colector, inutilizando o motor.

c) Falhas Funcionais

Resultam sempre da ultrapassagem de limites mínimos ou máximos previamente especificados para cada uma das funções de um bem, definidas nos modelos de manutenção baseados na fiabilidade: capacidade de produção, qualidade da produção, nível de serviço prestado ao cliente, protecção do meio ambiente, economia de operação, segurança. Por conseguinte, a falha de uma qualquer função previamente especificada é designada como sendo uma falha funcional.

d) Falhas Potenciais

Representam uma condição física identificável que indicia a aproximação de uma falha funcional. Por exemplo, se se detectar um abaixamento do nível de isolamento no enrolamento de um motor eléctrico, essa degradação do material isolante poderá conduzir a uma falha funcional que será o curto-circuito do motor. Por conseguinte, nas políticas de manutenção preventiva como as falhas potenciais são normalmente detectadas a tempo devido aos meios de diagnóstico utilizados, evitam-se as falhas funcionais.

e) Falhas Ocultas

Estas falhas não são detectáveis através de inspecções visuais, mas apenas através da utilização de meios de diagnóstico por vezes bastante complexos, usados em manutenção preventiva. É o caso, por exemplo, da corrosão interna de uma válvula de água, ou da fractura gradual do veio de um motor rotativo.

Segundo a normalização em vigor [7], define-se “avaria” (failure, défaillance) como sendo a “cessação da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida”. A avaria representa um caso particular de falha, ou seja, o termo avaria refere-se não só à ocorrência de uma

falha da função desempenho de um bem, mas engloba igualmente a consequência, isto é, o bem imobiliza-se devido à função desempenho se reduzir a zero. Por conseguinte, após a declaração da avaria o bem poderá estar em falha, total ou parcial. “Avaria” é então um acontecimento, enquanto que “em falha” ou “avariado” é um estado. Saliente-se que muitas das falhas funcionais não obrigam necessariamente à paragem dos equipamentos, que podem continuar em funcionamento degradado até surgir a oportunidade de correcção. É o caso, por exemplo, da degradação do isolamento de um motor eléctrico, que poderá continuar a trabalhar até que surja a oportunidade da sua rebobinagem.

PARTE 2

CASO

PRÁTICO

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE - ESCOLA PROFISSIONAL DE TRANCOSO

2.1.1 - Breve Historial

A Escola Profissional de Trancoso (Fig. 2.1) foi criada em Abril de 1989 e assenta em três entidades: Câmara Municipal de Trancoso, Associação Comercial e Industrial do concelho de Trancoso e o Centro de Formação e Desenvolvimento de Fiães.

Foi inaugurada a 8 de Dezembro de 1989 pelo então Secretário de Estado da Educação, Dr. Alarcão Troni.



Figura 2.1 - Vista Geral da Escola

A escola começou por funcionar no Palácio Ducal, no centro Histórico e posteriormente alargou as suas instalações para mais três espaços pedagógicos - Centro de Fiães e Zona Industrial. Com 89 alunos distribuídos por três cursos - Técnico de Contabilidade, Técnico de Gestão Agrícola e Técnico de Mecânica/Frio e Climatização - começou assim este projecto formativo que veio mudar os destinos de muitos jovens.

Hoje possui um edifício projectado de raiz, situado junto às portas do Centro Histórico, contíguo às Muralhas, que só foi possível de ser concretizado devido ao empenho da Autarquia e do PRODEP.

Com o novo modelo jurídico das Escolas Profissionais, por determinação do Decreto-Lei 4/98 de 8 de Janeiro, as entidades promotoras da Escola Profissional de Trancoso transformaram-se juridicamente em entidades proprietárias. Assim, a entidade proprietária da escola é hoje a Associação Promotora do Ensino Profissional da Beira Transmontana.

A escola possui um corpo docente coeso, com experiência profissional, é na sua quase totalidade, profissionalizado e possuidor de CAP (Certificado de Aptidão Profissional).

Esta instituição de formação tem vindo a leccionar, não só os cursos de Nível III UE bem como cursos de Nível IV e Cursos B3EFA. Recentemente, a instituição tem em funcionamento o Centro Novas Oportunidades (CNO), que visa o reconhecimento e validação de competências e conferindo certificação para o 4º, 6º, 9º e 12º ano.

2.1.2. - Área de Influência

A Escola Profissional de Trancoso tem uma área de influência regional, sendo os seus alunos principalmente oriundos do distrito da guarda (85%), de todos os seus concelhos, em percentagem mais ou menos expressiva em cada um. Os restantes 15% dos alunos são provenientes dos distritos de Viseu e de Bragança, principalmente dos concelhos limítrofes a Trancoso e também, em casos pontuais, de outros distritos e alguns dos Palops. Na fig. 2.2 mostra-se de forma detalhada a proveniência geográfica dos alunos, constatando-se, como seria de esperar, que essa proveniência se encontra concentrada no distrito da Guarda.

Origem dos Alunos

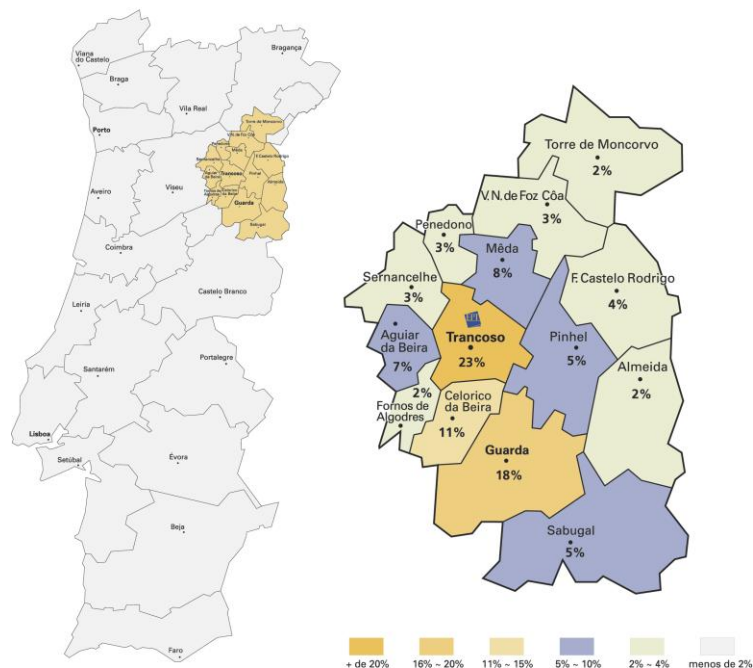


Figura2.2 - Proveniência geográfica dos alunos da EPT

CURSOS INICIAIS (Ano Lectivo 89/90)

- Técnico de Mecânica / Frio e Climatização;
- Técnico de Gestão Agrícola;
- Técnico de Contabilidade.

CURSOS ACTUAIS

Cursos com autorização de funcionamento na EPT

- Técnico de Manutenção Industrial, Electromecânica;
- Técnico de Manutenção Industrial, Mecatrónica Automóvel;
- Técnico de Comunicação, Marketing, Relações. Publicas;
- Técnico de Informática de Gestão;
- Técnico de Marketing;
- Técnico de Turismo | PIAT;
- Técnico de Frio e Climatização;
- Técnico de Instalações Eléctricas;
- Animador Sociocultural;
- Técnico de Energias Renováveis;
- Técnico de Secretariado;
- Técnico de Contabilidade;
- Técnico Electrónica e Áudio, Vídeo e TV;
- Técnico de Electrónica e Telecomunicações.

CERTIFICAÇÃO

A habilitação mínima de ingresso é o **9º ano de escolaridade**.

Os alunos que concluem os seus Cursos obtêm a seguinte certificação:

- **Diploma de Qualificação Profissional Nível III U.E.**
- **Certificado de Equivalência ao 12º ano de escolaridade** (*permite ingresso no ensino Superior*).

ALUNOS

A Escola Profissional de Trancoso evoluiu dos **89 alunos** iniciais até aos **280 alunos actuais**.

- * Desde a sua criação até ao final do ano lectivo 2009/2010 frequentaram a Escola Profissional de Trancoso um total de aproximadamente 1600 alunos que, na sua grande maioria, obtiveram o respectivo Diploma Profissional.
- * A situação perante o emprego dos técnicos formados no último ciclo de formação (2009-2010) é em média a que se apresenta no Quadro 2.1, com alguns desvios de curso para curso.

Quadro 2.1- Situação dos técnicos do Ciclo de Formação 2009-2010, diplomados pela EPT

68%	23%	3%	6%
Empregados	Ensino Superior	À procura de 1º emprego ou desempregados	Outras situações

Nos anos anteriores o panorama neste domínio tem sido similar, com pequenas variações de ciclo para ciclo de formação.

2.1.3- Recursos Humanos e Materiais

2.1.3.1 - Recursos Humanos

✓ *Organização e Gestão Técnico-Pedagógica*

No desenvolvimento do projecto educativo e de acordo com o estabelecido nos Estatutos, esta Entidade tem uma Direcção Técnico-Pedagógica, constituída por um presidente e dois vogais.

✓ *Pessoal Docente*

Actualmente a Escola tem ao seu serviço 38 Professores, dos quais:

- 25 Professores a tempo inteiro, sendo que 21 pertencem ao QPND;
- 6 Professores a tempo parcial;
- 7 Internos contratados a tempo inteiro.

Os Professores possuem as habilitações académicas e profissionais adequadas ao desenvolvimento do processo de ensino /aprendizagem.

✓ *Pessoal Não Docente*

O processo de ensino /aprendizagem, apoia-se, ainda, num corpo não docente e numa estrutura organizativa e serviços que servem de suporte ao desenvolvimento do projecto educativo:

- 2 Técnicos Superiores;
- 5 Técnicos Administrativos;
- 4 Auxiliares da Acção Educativa;
- 1 Encarregado do Pessoal AAE e Responsável pela Manutenção do edifício;
- 1 Responsável pela Manutenção de Oficinas de Mecânica.

✓ *CNO*

- Profissionais RVCC;
- Formadores;
- Técnicos Administrativos.

2.1.3.2 - Recursos Materiais

1º Piso

- Secretaria;
- Gabinete do Chefe de Secretaria;
- Gabinete da Direcção Financeira;
- Sala de Associação de Estudantes e Rádio de Escola;
- Sala de Informática 3;
- Sala de Práticas Administrativas;
- Sala de Reprografia com sala anexa de arrumos;
- Refeitório e Cozinha;
- Bar;
- Instalações Sanitárias para funcionários e Balneários;
- Instalações Sanitárias para alunos;
- 3 Salas de aulas normais;

- Laboratório de física e química;
- Sala de Desenho Técnico
- Sala de Informática 1.

2º Piso

- Gabinete da Direcção;
- Sala de Reuniões;
- Gabinete de apoio informático;
- Gabinete de secretariado do Centro de Novas Oportunidades;
- Sala de Informática 2;
- Gabinete do Centro de Novas Oportunidades;
- Biblioteca /sala de recursos/sala de estudo;
- Gabinete da Direcção Técnico-Pedagógica;
- Sala de Professores;
- Sala de trabalho anexa à sala de professores;
- Sala de Coordenadores de Curso;
- 9 Salas de aula normais;
- 1 Sala de Expressão Plástica.

3º Piso

- Sótão, Arquivo e Guarda-Roupa.

Piso -1

- Laboratório de Electrónica;
- Laboratório de Electricidade;
- Sala de informática 4;
- Oficinas de Mecânica;
- Arrumos de equipamento de som;
- Gabinete do Responsável da Manutenção e casa das máquinas.

Edifício Anexo

- Laboratório de instalações eléctricas.

No Quadro 2.2 esquematiza-se a Estrutura Orgânica Funcional da escola.

Quadro 2.2 - Apresentação da Estrutura Orgânica Funcional da EPT

C.M.T. - Câmara Municipal de Trancoso	
AENEBEIRA - Associação Empresarial do Nordeste da Beira	
ENCANTA - Restauração e Serviços de Trancoso, Lda.	
Mesa da Assembleia Geral	
Presidente: Dr. Júlio José Saraiva Sarmento	<i>Representante CMT</i>
Secretário: Dra. Conceição Trabulo Alexandre	<i>Representante AENEBEIRA</i>
Secretário: Sr. Ilídio Rodrigues	<i>Representante ENCANTA</i>
Direcção	
Presidente: Dr. António Manuel Santiago Oliveira	<i>Representante AENEBEIRA</i>
Vogal: Prof. João José C. Carvalho	<i>Representante CMT</i>
Vogal: Dr. Domingos Manuel V. Moreira	<i>Representante ENCANTA</i>
Conselho Fiscal	
Presidente: Dr. João Rodrigues	<i>Representante ENCANTA</i>
Relator: Sr. Joaquim Fidalgo	<i>Representante AENEBEIRA</i>
Vogal da Direcção: Dr. Domingos Manuel V. Moreira	
Direcção Técnico-Pedagógica	
Presidente: Dra. Cristina Borges	
Vogal: Dr. Marco Martins	
Vogal: Dra. Maria José Valverde	
Directora Financeira: Dra. Maria do Céu Mendes Marques	
Chefe dos Serviços Administrativos: Sr. Carlos Alberto Sanches Calvo	

2.2 - PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO DA OFICINA DE MECÂNICA

Esta dissertação, conforme se salienta no sumário, incide sobre o sistema de manutenção das máquinas da oficina de mecânica, cuja vista geral se apresenta na Fig. 2.3, e onde existe um conjunto significativo de máquinas industriais, que se descrevem seguidamente de uma forma sucinta.



Figura 2.3 - Apresentação geral da Oficina de Mecânica

2.2.1 - Descrição Geral da Unidade

Esta unidade tem como principal objectivo dar formação na área da electromecânica, formar jovens com apetências para desenvolver trabalhos de mecânica e electricidade, a fim de dar resposta ao mercado de trabalho que tanto necessita destes técnicos.

Esta unidade está dotada de uma serie de equipamentos e máquinas que passo a apresentar à frente a fim de proporcionar uma boa formação prática a estes futuros técnicos.

2.2.2. Descrição dos equipamentos

Engenho de Furar

Os engenhos de furar (Fig. 2.4), também derivados dos antigos tornos mecânicos, à semelhança das fresadoras, são máquinas ferramentas que permite operações como furar, alargar, escarear, rebaixar e roscar com machos compostas em geral de um cabeçote, chamado fuso, que põe em rotação uma ferramenta que penetra no metal ou outro material a ser maquinado.

Existem diversos tipos de engenhos de furar, destacando-se os seguintes:

- ✚ Os engenhos de furar horizontais;

- ✚ Os engenos de furar industriais;
- ✚ Os engenos de furar verticais.



Figura 2.4 - Engenho de furar de coluna

Esmeriladora (Esmeris)

A esmeriladora é um tipo de máquina destinada em geral ao afiamento de ferramentas, existindo vários tipos, como se pode observar na Fig. 2.5.

Cuidados a ter com este tipo de máquinas:

- ✚ Montado o equipamento, colocar a proteção e nunca retirá-la, a não ser para reparação ou substituição do esmeril;
- ✚ Não usar esmeris em motores com velocidade (rpm) superior a indicada pelo fabricante;
- ✚ Não usar esmeril rachados, defeituosos, gastos ou que estejam fora de centro;
- ✚ Usar o esmeril adequado a cada tipo de trabalho;
- ✚ Antes de usar o esmeril, faça-o girar até atingir plena velocidade;
- ✚ O apoio de encosto (espera), para apoiar a peça a ser esmerilhada, deve ser fixado no máximo a 3 mm do disco abrasivo;
- ✚ Não ajustar a posição do apoio com o disco em movimento;
- ✚ Quando não for possível fazer uso do apoio (espera), manter a peça a ser esmerilhada um pouco abaixo do nível do eixo do esmeril;
- ✚ Segurar firmemente a peça a ser esmerilhada, exercendo, com ela, sobre a superfície do esmeril, pressão moderada, contínua e uniforme, evitando esforços laterais;

- ✚ Não deixar o motor ligado ao terminar o serviço, nem abandonar o esmeril enquanto estiver a girar;
- ✚ Não esmerilhar alumínio, latão, cobre, e madeiras em um esmeril destinado a aço ou ferramentas;
- ✚ Permanecer sempre ao lado do rebolo durante o esmerilhamento;
- ✚ Não utilizar a lateral do rebolo em hipótese alguma;
- ✚ Não usar luvas quando trabalha com o esmeril.



Figura 2.5 - Esmeriladora

Máquina de dobrar Tubo

Máquina para dobrar tubos de diâmetro nominal até 3 polegadas, não sendo aconselhada o seu uso para tubos de parede delgada, contendo matrizes fundidas em aço para tubos de 1/2, 3/4, 1, 1¼, 1½, 2, 2½ e 3 polegadas, e um tripé de suporte mecânico. (Fig. 2.6 à direita).

Mesa de Traçagem com Graminhos

É um conjunto para medição e traçagem, sendo a mesa de desempenho em ferro fundido, com suporte nivelador, normalizado, rectificando com dois graminhos traçadores em altura, como se pode observar na Fig. 2.6 à esquerda.



Figura 2.6 - Máquina de dobrar tubo e mesa de traçagem

Torno mecânico

O *torno mecânico* é uma máquina extremamente versátil utilizada na confecção ou acabamento em peças dos mais diversos tipos e formas. Estas são fixadas entre as pontas de eixos revolventes a fim de que possam ser trabalhadas pelo *torneiro mecânico*, profissional altamente especializado para trabalhar com este tipo de equipamento de precisão.

O torno pode executar o maior número de obras do que qualquer outro tipo de máquina ferramenta. É considerado fundamental na civilização moderna, pois dele derivaram todas as outras máquinas e ferramentas.

Além de fazer girar a matéria-prima propriamente dita para dar forma cilíndrica, no torno podem ser fixadas peças e fazer girar a ferramenta, além de outras formas de uso. Num torno pode ser executada qualquer tipo de peça e componente mecânico, como se pode observar na Fig. 2.7.

Fresadora

A fresadora é uma máquina derivada do torno mecânico. O seu desenvolvimento ocorreu a partir de certas dificuldades em se conseguir executar determinados tipos de fabrico no seu antecessor.

Portanto, a fresa ou fresadora é um equipamento especializado em cortar a matéria-prima utilizando uma ferramenta chamada fresa.



Figura 2.7 - Tornos mecânicos universais

A fresa (ferramenta) em geral cilíndrica, é composta de diversos gumes cortantes que em movimento rotativo e contínuo montada no eixo da fresadora, ao passar pela matéria-prima, vai retirando fragmentos (chamados de aparas), até dar a forma e o tamanho desejado na peça.

A fresadora é utilizada para desbastar o metal e cortar peças. Existem muitos tipos destas máquinas operatrizes, as mais comuns são chamadas fresadoras universais destinadas à fabricação de engrenagens ditas rectas e helicoidais, além de roscas sem fim e execução das mais diversas ferramentas com as mais diversas formas utilizadas num ramo da metalurgia chamado de ferramentaria, como se pode observar na Fig. 2.8.

Quadro Eléctrico

Estes quadros eléctricos de alimentação do torno e da fresadora tem como principal função alimentar a máquina e dar ordens aos movimentos que esta executa, de acordo com as instruções que o operador pretende, como se pode observar na Fig. 2.9



Figura 2.8 - Fresadoras universais

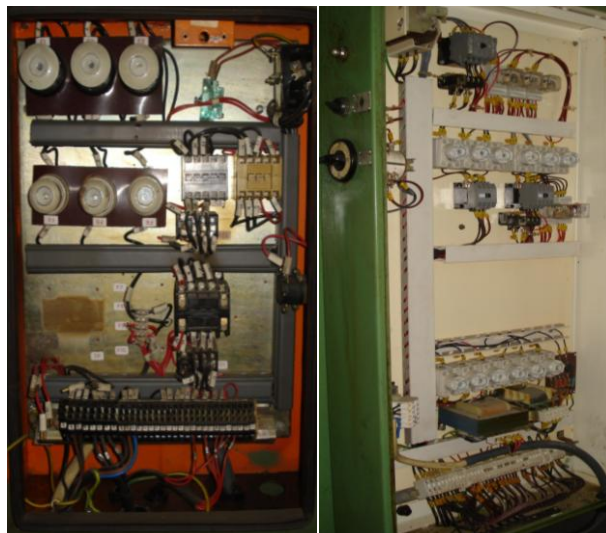


Figura 2.9 -Quadros eléctricos de alimentação do torno e da fresadora

Máquina de lavagem de peças

Esta máquina tem como principal função a lavagem de peças mecânicas em operações de manutenção, em que o técnico tem necessidade de que as peças estejam limpas (por exemplo

a substituição de um rolamento), esta utiliza um líquido de lavagem que circula em by pass, como se pode observar na Fig. 2.10 à esquerda.

Macaco vertical

Este equipamento tem como principal função elevar ou auxiliar peças que estejam suspensas (como exemplo substituir um caixa de velocidades de um automóvel), como se pode observar na Fig. 2.10 à direita.



Figura 2.10 - Máquina de lavagem de peças e macaco vertical

Grua móvel de elevação

Este equipamento tem como principal função mover cargas pesadas de forma a facilitar o trabalho dos técnicos (como exemplo substituir o motor de um automóvel) como se pode observar na Fig. 2.11 à esquerda.

Macacos horizontais de elevação

Estes equipamentos têm como principal função a elevação de cargas a pequenas alturas, muito utilizada em mecânica automóvel (como exemplo substituir um rolamento de uma roda de um automóvel) como se pode observar na Fig. 2.11 à direita.

Elevador de automóveis

Este equipamento serve para elevar os automóveis de forma a permitir operações de manutenção por debaixo do automóvel (como exemplo substituir uma panela de escape) como se pode observar na Fig. 2.12 à esquerda.

Aspirador de óleo

Esta máquina ou equipamento tem como função efectuar a aspiração do óleo do cárter do motor, afim de não existir derrame deste para o solo e tornar esta operação mais prática e limpa, como se pode observar na Fig. 2.12 à direita.



Figura 2.11 - Grua móvel e macacos horizontais de elevação



Figura 2.12 - Elevador e aspirador de óleo de automóveis

Soldadura

A soldadura é a operação que permite ligar dois ou mais elementos metálicos, quer por aquecimento, quer por pressão, ou em simultâneo, com ou sem adição de material complementar (também denominado de material de adição).

Os processos de soldadura utilizados nesta oficina (escola) são: MIG, TIG e Eléctrodo Revestido.

SOLDADURA MANUAL COM ELÉCTRODO REVESTIDO

A soldadura manual com arco eléctrico (Manual Metal Arc (MMA)) é também conhecida como soldadura com arco protegido, Soldadura com Eléctrodo Revestido (SER) ou “soldadura electrogéneo”. É o mais antigo e versátil dos vários processos de soldadura. (Fig. 2.13).

SOLDADURA MIG/MAG

Na soldadura por arco eléctrico com protecção gasosa, também conhecida como soldadura MIG/MAG, estabelece-se um arco entre um fio eléctrodo alimentado de forma contínua e a peça de trabalho. O arco e o banho em fusão são protegidos da contaminação atmosférica por um envelope de gás activo (MAG) ou inerte (MIG). Este processo é adequado para a maioria dos materiais, estando disponíveis fios eléctrodos para uma vasta gama de metais. (Fig. 2.13).

SOLDADURA TIG

A soldadura por arco eléctrico com protecção gasosa e eléctrodo de tungsténio não consumível, também conhecida como “soldadura com gás e tungsténio” ou soldadura TIG (Tungsten Inert Gas), é um processo que utiliza um eléctrodo de tungsténio não consumível. O eléctrodo, o arco e a área circundante ao banho em fusão são protegidas da contaminação atmosférica por um envelope de gás inerte. Caso seja necessária uma adição de material, esta é feita através da fusão de material proveniente dum fio ou vareta no banho em fusão. (Fig. 2.13).



Figura 2.13 - Posto de soldadura e máquinas de soldar (TIG; MIG; eléctrodo revestido)

Forno de Tratamentos Térmicos

O forno é um equipamento onde se efectuam tratamentos térmicos que são um conjunto de operações que têm por objectivo modificar as propriedades dos aços e de outros materiais através de um conjunto de operações que incluem o aquecimento e o arrefecimento em condições controladas. (Fig. 2.13 à esquerda).

Prensa Hidráulica

Prensa mecânica é um equipamento muito útil na área industrial ou nas oficinas de manutenção em geral. Dependendo da matriz, que é acoplada na prensa, pode ser feita estampagem, corte e furos, simultaneamente ou não. Este tipo de máquina é amplamente utilizado no ramo da metalurgia. (Fig. 2.13 à direita).

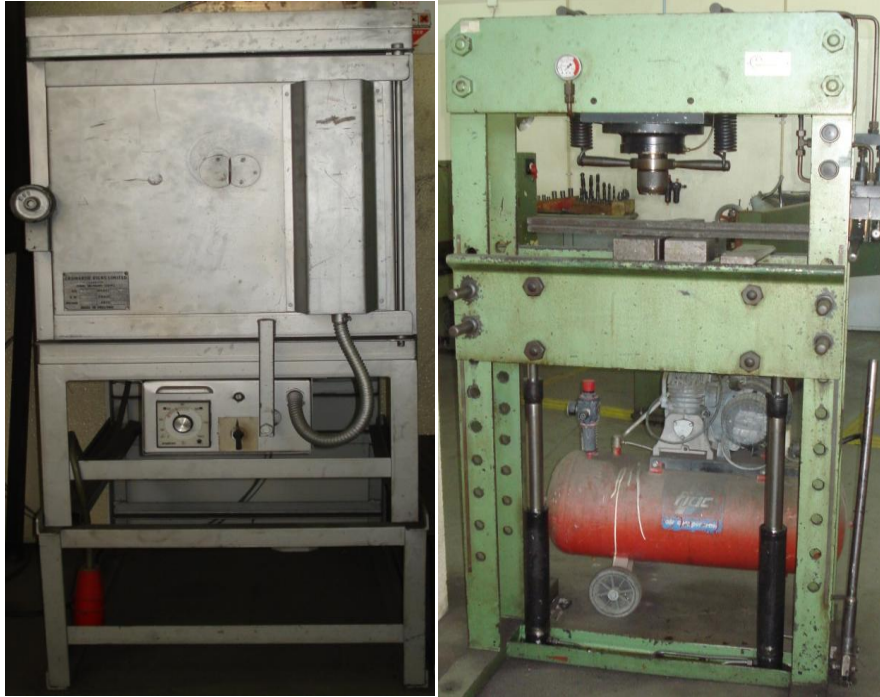


Figura 2.14 - Forno de tratamento térmico e prensa hidráulica

Estação de Produção e Tratamento de Ar Comprimido

Estes dois equipamentos tem como principal função produzir e armazenar ar no estado comprimido e fornece-lo ao longo da oficina sempre que seja necessário, tendo este à saída uma estação de tratamento do ar que esta munida de filtros e lubrificadores dependendo da aplicação final que o ar vai ter. (Fig. 2.15).



Figura 2.15 - Compressores móvel e fixo de ar comprimido

Máquinas de corte

As serras de fita, disco e de lâmina são práticas e fáceis de trabalhar, utilizadas em metalomecânicas para corte de ligas metálicas. A sua construção conta com decida hidráulica ou manual, sistema de refrigeração, escova de limpeza da lâmina. (Fig. 2.16).



Figura 2.16 - Serrote de corte de fita, de disco e de lâmina

Guilhotinas de corte de chapa

Estes equipamentos permitem cortar a chapa de uma forma fácil sem grande esforço por parte do operador, permitindo cortes perfeitos e à medida que se pretenda, sendo estas manuais como se pode observar na Fig. 2.17.



Figura 2.17 - Guilhotina de corte de chapa.

Máquinas de comando numérico

É um controlador numérico que permite o controle de máquinas e é utilizado principalmente em Tornos e centros de maquinagem. Permite o controlo simultâneo de vários eixos, através de uma lista de movimentos escrita num código específico (código G). Com isso atingiu-se o objectivo de produzir peças complexas e de grande precisão, especialmente quando associado a programas de CAD/CAM.

A introdução do CNC na indústria mudou radicalmente os processos industriais. Curvas são facilmente cortadas, complexas estruturas com 3 dimensões tornam-se relativamente fáceis de produzir e o número de passos no processo com intervenção de operadores humanos é drasticamente reduzido. O CNC reduziu também o número de erros humanos (o que aumenta a qualidade dos produtos e diminui o retrabalho e o desperdício), agilizou as linhas de montagens e tornou-as mais flexíveis, pois a mesma linha de montagens pode agora ser adaptada para produzir outro produto num tempo muito mais curto do que com os processos tradicionais de produção. (Fig. 2.18)



Figura 2.18 - Fresadora e torno CNC

Ferramentas e acessórios portáteis

FERRAMENTAS MANUAIS

- O uso de qualquer ferramenta manual implica cuidados especiais, que variam de acordo com o tipo de ferramenta e a natureza do trabalho a executar.
- A ferramenta deve, portanto, ser apropriada ao serviço e corretamente utilizada;
- Não usar ferramentas improvisadas ou defeituosas, gastas ou deformadas;
- Inspeccionar as ferramentas antes e depois de sua utilização;
- Não abandonar as ferramentas em lugares inadequados;

- Não carregar ferramentas em lugares inadequados;
 - Não carregar ferramentas nos bolsos, transportá-las em caixas ou bolsas adequadas, guardá-las em gavetas ou quadros, fazendo com que as partes cortantes das ferramentas fiquem voltadas para o fundo;
 - Não arremessar ferramentas, levá-las a quem as pediu ou solicitar que venham buscá-las.
 - Não utilizar ferramentas com as mãos sujas;
- ✓ Martelos
- Não utilizar martelo com cabo rachado ou lascado;
 - Assegurar-se que o martelo está firme no cabo;
 - Não usar martelo deformado ou com rebarbas;
 - Não bater com martelo de aço ou de ferro fundido em ferramentas temperadas (brocas, limas, etc.).
- ✓ Talhadeiras, punções e formões
- Não usar talhadeira ou punção com a cabeça deformada ou com rebarbas;
 - Segurar firmemente a ferramenta de maneira a poder guiá-la
 - Usar talhadeira, punção ou formão afiado;
 - Não utilizar talhadeira ou punção destemperada;
 - A peça a ser trabalhada deve estar firmemente presa.
- ✓ Limas
- Não usar lima sem cabo, verificar se o cabo da lima esta firmemente colocado;
 - Não usar lima como alavanca, talhadeira ou formão;
 - Ao usar lima bastarda, segurá-la pelo cabo, com uma das mãos, e ter a outra devidamente protegida com luva.
- ✓ Chaves de boca (Fixa, estrela, etc.).
- Usar somente chaves em bom estado de conservação;
 - Certificar-se que as chaves são apropriadas ao tipo de trabalho;
 - Não usar chaves de boca em porcas gastas, para isso usar o grifo;
 - Não usar canos para aumentar o cabo da chave;
 - Sempre puxar a chave, nunca empurrar.
- ✓ Chaves de fenda
- Não usar chave de fenda com o cabo quebrado ou rachado;

- A lâmina da chave de fenda deve estar em boas condições;
 - Não usar como talhadeira, sacador ou alavanca;
 - Usar a chave de fenda somente para colocar ou retirar parafusos;
 - Escolher a chave adequada ao tamanho do parafuso;
 - Não usar a mão para segurar a peça a ser trabalhada, usar a bancada;
 - Chaves de fenda automática devem ser equipadas com pino de segurança;
 - Em equipamentos elétricos, usar sempre chave de fenda com cabo de material isolante;
- ✓ Alicates
- Não manusear o alicate segurando próximo da junta;
 - Manter o rosto sempre acima no nível de trabalho
 - Ao cortar fios ou arame segurar firmemente de modo que os pedaços a serem cortados fiquem voltados para o chão;
 - Não utilizar o alicate como chave ou martelo;
- ✓ Serras de mão
- Manter a serra sempre limpa e em condições de trabalho;
 - Não usar serra que esteja com o cabo rachado ou lascado;
 - Manter os dentes da lamina voltados para frente, de maneira que o corte se faça nesta direção;
 - Serrar perto do ponto em que a peça estiver presa, evitando oscilação e ruptura.
- ✓ Chaves inglesas e grifos
- Usar somente chaves inglesas e grifos que estejam com as mandíbulas em boas condições;
 - Não usar calço para adaptar a chave ou grifo à porca;
 - Não usar canos para aumentar o cabo da chave ou grifo;
 - Puxar a chave ou grifo é mais seguro que empurrá-lo. Se for necessário empurrá-la, manter os pés firmemente apoiados.



Figura 2.19 - Painel de ferramentas e acessórios

2.2.3 - Sistema Actual de Manutenção

A manutenção actualmente existente na empresa (escola) é bastante deficitária, e a sua forma de actuação é basicamente correctiva e não planeada, só quando o equipamento entra em rotura é que existe intervenção.

Neste momento a pessoa responsável não possui formação capaz nem actual para uma grande parte dos equipamentos existentes, uma vez que a empresa (escola) nos últimos anos tem vindo a investir em novos equipamentos com tecnologia de ponta mas esquecendo a formação do responsável da manutenção, assim, tem-se verificado que a área da manutenção, cada vez mais, limita-se a efectuar pequenas reparações, e no que respeita a manutenções com maior complexidade, estas são subcontractadas e de uma forma também correctiva.

Pelo exposto, o que se verifica actualmente é um elevado custo da manutenção em virtude da não existência de manutenção preventiva e devido ao facto de se recorrer a subcontractações, mesmo quando estamos perante reparações simples mas que devido à falta de formação do

responsável da manutenção nestes equipamentos de tecnologia actual estes são efectuados por terceiros, com a consequência de elevados custos e tempos de manutenção.

A nível da manutenção autónoma esta praticamente não existe, sendo que um ou outro operador (aluno) procede à limpeza, lubrificação e afinações da máquina em que trabalha (aprende), por iniciativa própria e valorização profissional, mas não é prática da empresa (escola).

O sector da manutenção funciona sob as ordens da direcção da escola e, a tudo isto, acresce o facto de a escola não ter métodos de gestão e organização e por conseguinte todos estes factores passam para segundo plano.

2.2.3.1. Objectivos

Assim, na elaboração das propostas para o modelo de manutenção a ser aplicado na empresa (escola), foram definidas algumas prioridades, já que a resposta não é assim tão simples e não deve ser adoptado nenhum modelo sem uma análise prévia e detalhada da própria empresa (escola).

Para essa análise teve-se em conta a complexidade dos equipamentos, o tipo de trabalhos desenvolvidos, a qualificação tanto do operador da manutenção como dos operadores da produção (alunos), a duração e estado de conservação dos equipamentos.

Um dos pontos fundamentais, e que deve ser mudado, é a inexistência de formação e qualificação profissional para o operador da manutenção, uma vez que no conceito moderno de manutenção industrial é fundamental para a obtenção de qualidade e produtividade, não é possível modernizar a manutenção com profissionais sem uma formação compatível e actualizada.

Um outro ponto fundamental para a utilização correcta da manutenção é definir os pontos críticos da empresa (escola), para isso é necessário estar bem entrosado no processo.

Estas avarias quando ocorrem, surgem quase sempre de forma natural por parte das equipas as questões, “Porquê?”, “Quem?” e “O que provocou esta avaria do equipamento?”, sem antes se fazer uma análise técnica da situação. Quando esta situação ocorre, estamos perante um dos pontos críticos da relação especial entre o sector da manutenção e produção.

Como já se referiu anteriormente, o sector da manutenção de equipamentos da produção da empresa (escola) é bastante deficitário. Apesar disto, tecnicamente o operador da manutenção faz por cumprir a sua função dentro da empresa (escola).

Para esta mudança, entre outros factores, destacam-se os seguintes: o cumprimento deficitário de tarefas da manutenção autónoma, que deverão ser da responsabilidade de quem trabalha com as máquinas e que no caso de provocarem paragens não sejam passadas para os índices da manutenção; dúvidas sobre a capacidade técnica do técnico da manutenção; sobre carga de trabalho e possíveis conflitos por vezes não perceptíveis entre os sectores da manutenção e produção.

Por parte dos responsáveis é necessário um esforço para trabalhar em conjunto com as equipas da manutenção e produção para que a introdução destas mudanças faça despertar o sentido de comprometimento no técnico da manutenção e produção (alunos) através da demonstração de que o seu valor e contribuição da sua mão-de-obra é fundamental para o alcance das metas e sustentabilidade da empresa (escola) que é a sua formação/aprendizagem.

Em resumo, a metodologia a utilizar neste trabalho, consiste em apresentar e explorar algumas propostas fundamentalmente baseadas em experiências práticas resultantes da vivência na relação entre os sectores da manutenção e produção (formação/ aprendizagem), que levem a organização a ter uma escala crescente de desenvolvimento, com vista ao fortalecimento das actividades da manutenção autónoma, fornecendo aos responsáveis uma linha de actuação através da redefinição de tarefas e responsabilidades entre o responsável da manutenção e produção, proporcionando uma maior sinergia entre sectores, melhoria dos resultados, valorização dos trabalhadores e uma conquista do comprometimento de todos os envolvidos.

2.3. PROPOSTAS DE MELHORIA CONTINUA

Num processo de mudança, não é suficiente definir somente as novas regras e os novos métodos, é necessário antes de mais pensar no ser humano, já que ele é o grande interveniente neste processo de mudança e do qual depende o seu sucesso.

Normalmente quando nos deparamos com mudanças à nossa forma de agir e de estar, tentamos pelas mais variadas formas, inventar explicações para não mudar.

Tendo isto em consideração, é necessário um modelo que tenha em conta a valorização, a motivação e o empenho do trabalhador neste caso são alunos, ou seja, que o incentive a mudar a sua aprendizagem para se sentirem mais úteis tanto a nível profissional como humano.

Para se conseguir isto é necessário dotar os alunos de formação mais especializada em função dos equipamentos com que trabalham, meios e equipamentos para que actuem com profissionalismo e de forma estratégica para o fim a que se destinam.

Uma equipa da manutenção só se sentirá suficientemente motivada se tiver recursos e conseqüentemente recorrer ao imprevisto para assegurar o funcionamento dos equipamentos.

As propostas para alterar o sector da manutenção são as seguintes:

1) - Dotar as oficinas com infra-estruturas que ofereçam às equipas da manutenção recursos para um atendimento mais rápido e eficiente à produção e também para a execução das várias actividades diárias, como por exemplo, espaço e mobiliário para reuniões, quadros para gestão dos indicadores e para execução das actividades de manutenção preventiva.

- 2) - Criar um *stock* de peças de substituição, com maior probabilidade de utilização nas intervenções de manutenção correctiva, tendo em consideração o historial das máquinas.

- 3) - Criar um arquivo na oficina com toda a documentação dos equipamentos da empresa para uma rápida consulta em caso de necessidade, bem como todos os manuais em Português, bem como o histórico das máquinas.

- 4) - Ter sempre na oficina, em *stock*, máquinas ou componentes reparados que sejam vitais para a produção (aprendizagem), para que, em caso de avaria, os itens avariados possam ser substituídos e reparados à posteriori, como é o caso de rebarbadoras, máquinas de soldar, berbequins, ferramentas de afiar e de calibração, etc.

- 5) - Criar um laboratório para efectuar pequenos testes electromecânicos adequados aos equipamentos da empresa, onde se possa verificar o porque da avaria e estudar melhores soluções de funcionamento (reengenharia).

- 6) - Ter um sector para a desmontagem e montagem de máquinas e equipamentos que necessitem de reparação ou substituição de componentes, com a ausência de ruídos e poluição, afim do técnico estar concentrado e conseguir reparar e ouvir somente a máquina onde esta a intervir.

- 7) - Dar formação mais detalhada sobre as máquinas e equipamentos existentes na empresa (escola) para que os electromecânicos fiquem dotados de conhecimentos técnicos sobre estes.

- 8) - Elaborar um quadro, na oficina, com indicadores pré-estabelecidos para que a equipa (alunos) possam acompanhar o seu próprio desempenho e eficiência.

- 9) - Transmitir de forma prática, à equipa da manutenção, as necessidades e prioridades a ter, através de reuniões a realizar periodicamente.

- 10) - Sensibilizar a equipa da manutenção para que, em caso de paragem de um equipamento, intervenham de forma rápida e estruturada, seguindo o protocolo previamente estipulado para que este esteja o mínimo tempo parado.

- 11) - Especializar a equipa da manutenção nos equipamentos cujo índice de utilização é aproximadamente 100% para que, em caso de avaria ou simplesmente de substituição de componentes, seja dispendido o mínimo tempo possível, se possível sem haver paragem total da máquina.

2.3.1. Objectivos

A organização e gestão da manutenção é um dos factores críticos de sucesso das empresas, pois têm directa implicação na vida útil dos equipamentos e das instalações, na segurança, na produtividade, na qualidade dos produtos produzidos, na rentabilidade económica dos processos produtivos, no cumprimento dos prazos de entrega e na própria imagem da empresa.

Organizar a manutenção é um projecto interminável, dinâmico e que pressupõe uma contínua organização de uma forma auto-sustentável. Na EPT este trabalho foi iniciado por mim, onde se começou por cadastrar todos os equipamentos e a elaborar as respectivas fichas de características técnicas, fichas de manutenção preventivas sistemáticas e os planos de rotinas de lubrificação e inspecção.

Na EPT, nestes últimos anos em que se pensou na manutenção como uma ferramenta essencial para a optimização dos activos físicos, constata-se que tem vindo a melhorar o desempenho dos equipamentos. Como é habitual, sendo a aversão à mudança uma das doenças mais graves de que padece a sociedade, claro que tudo isto não foi uma tarefa fácil, pois foi muito complicado fazer com que, por exemplo, os “simples” operadores de máquinas dessem o seu contributo para a melhoria contínua, digo “simples”, pois era a forma como os próprios operadores se auto-denominavam. Foi necessário mudar mentalidades, tendo alguns ficaram pelo caminho, pois não se conseguiram adaptar à realidade que estava a ser implantada no seio da organização, e outros, que estavam a ficar deslocados constataram que o melhor que tinham a fazer era interiorizar as novas metodologias e, conseqüentemente, aderir e contribuir, pois caso contrário também se iriam sentir deslocados.

Todo este trabalho teve início com acções de formação nas áreas de liderança e numa fase seguinte, acções de formação em equipas auto-dirigidas, formação que teve início há três anos e que logo desde o início começou a dar os seus frutos, pois muitos funcionários começaram a sentir-se mais úteis e a sentirem-se como “peças” fundamentais dentro da organização, muitos até essa data, nunca tinham tido formação em outras empresas e ficavam admirados quando viram que o seu posto de trabalho ficaria parado enquanto ele estava na sala de formação.

Claro que, no último triénio o desenvolvimento foi significativo, contudo este crescimento não foi feito tão estruturadamente como deveria ter sido, em parte devido à reduzida estrutura da escola, pois existe sempre a falta de recursos humanos. Após este tempo, e com esta fase de reflexão e estudo que esta tese de mestrado me obrigou a ter, penso que poderíamos ter feito este crescimento de outra forma, mas o que está feito, está feito, por isso o que nos resta fazer é corrigir algumas situações.

Como forma de corrigir essas situações, iniciou-se recentemente um conjunto de acções, que se referem seguidamente:

a) Implementação de software de apoio à manutenção

Até à data, ainda não tinha sido possível parar um pouco e pensar acerca da estrutura de software que seria necessária para a nossa organização. Agora e após o termo desta dissertação, posso afirmar que estava errado quanto à necessidade de obter um software específico, pois o que precisamos é de um “**software standard**”, pois todos eles têm a capacidade de agrupar os equipamentos por secções, para cada um deles ter a respectiva listagem de componentes com as respectivas referência e fornecedores, datas de compra e data de saída de stock, quantidades existentes em armazém, valor dos stocks em armazém. Todos eles têm a possibilidade de criar históricos por cada equipamento, podemos elaborar as respectivas folhas de ordem de trabalho, manutenção preventiva, dar entradas das mesmas com os respectivos tempos e materiais gastos, descrição dos trabalhos efectuados, funcionário responsável pela sua execução, assim como todas as manutenções correctivas e de melhoria. Temos a possibilidade de obter tabelas dinâmicas que nos dêem a informação que pretendemos, podemos cruzar informações, etc., etc.

O mais importante na compra de um software é ter a noção que a sua implementação é a parte mais árdua do processo, pois temos que ter consciência que teremos apenas um local onde toda a informação passa a estar reunida e para isso é necessário uma disponibilidade de recursos humanos para alimentar esta fonte de informação. Se alimentar-mos esta máquina com informação correcta e necessária, ela vai-nos ser muito útil, pois passaremos a ter à nossa disposição imediata uma série de indicadores por equipamentos, poderemos consultar históricos, elaborar relatórios de tempos de trabalho gastos por equipamento, por homem, por empresas externas fornecedoras de serviços ou de peças, históricos por datas ou horas de substituição de peças, montantes gastos por cada equipamento entre datas ou entre número de horas trabalhadas, etc.

b) Re-elaboração de todos os manuais dos equipamentos

Isto porque, grande parte destes equipamentos já são muito antigos e não havia nenhuma exigência por parte destes.

Desta forma será necessário, passar a elaborar novos manuais, onde estes deverão ser constituídos por:

- Procedimentos de segurança
- Procedimentos de trabalho
- Registos de manutenção associados ao equipamento

- Boas práticas de afinação e manutenção
- Esquemas eléctricos
- Esquemas pneumáticos
- Esquemas hidráulicos
- Back-up do software
- Listagem completa de componentes com a respectiva referência de mercado e fornecedor

Só após estes manuais estarem concluídos é que é possível passar para a implementação do software, pois vamos precisar de muita desta informação.

c) Método de gestão de stocks

Neste momento temos um stock de componentes, mas tudo está feito através da minha percepção. Não existe uma justificação concreta acerca do número necessário de componentes em stock. Com a implementação do software passaremos a fazer uma análise dos componentes necessários e pode até acontecer que se chegue à conclusão que necessitaremos de ter mais componentes em stock, mas pelo menos saberemos exactamente o que temos em qualquer momento e não corremos o risco de pensar que temos e na realidade quando chegamos ao local verificamos que não existe em stock ou ter duplicação de componentes quando estes são utilizados em vários equipamentos.

d) Organização de centros de custo

Dentro do centro de custo actual que á a manutenção poderemos e deveremos subdividir por vários centros de custo, desta forma poderemos obter uma informação mais precisa acerca dos tempos gastos nos diversos equipamentos, os materiais gastos para os manter em boas condições de funcionamento.

e) Elaboração de um manual de procedimentos

Apesar do departamento de manutenção ter um sistema implantado onde uma maneira geral sabe o que fazer e quando o fazer, acho que estamos no momento onde deveremos ter toda essa informação documentada, isto é, deveríamos partir para a elaboração dos manuais de procedimentos. Pois é a única forma de garantir que cada tipo de trabalho apenas é executado de uma determinada maneira. Deixa de existir a forma de fazer diferente, dependentemente do colaborador que vai executar o serviço e passamos a ter a certeza que um determinado tipo de trabalho apenas tem uma única forma de execução.

f) Existência de indicadores comuns a ambos os departamentos

Com este item, pretende-se que exista uma maior interligação entre ambos os departamentos. Deveriam ser elaboradores indicadores que fossem comuns a ambos os departamentos e que incentivasse ambos os departamentos a trabalharem em sintonia de forma a proporcionar a execução de novos projectos e à geração de novas ideias e principalmente a criar uma dinâmica comum. Essa dinâmica já existe e já se obtiveram bons resultados, mas na minha opinião, estamos a atravessar um momento de “relax” e é necessário fazer algo de diferente para voltar a reanimar os funcionários e voltar a gerar novas ideias.

g) Formação em planeamento de experiências - D.O.E. “Design of Experiments”

Um dos problemas existentes no seio da nossa organização é a dificuldade que temos na elaboração de planos de experiências para encontrar a solução adequada para a execução de um set-up para as máquinas de alhetar, pois o nº de variáveis é bastante elevado. Como forma de resolver este problema, penso que seria adequado iniciar uma acção de formação na em D.O.E., pois o planeamento de experiências tem sido utilizado a nível Mundial em muitas indústrias, sempre com o objectivo da melhoria contínua dos produtos e dos processos existentes. Com esta formação podemos poupar imenso tempo e dinheiro, uma vez que acelera e agiliza a selecção da melhor combinação possível de todos os parâmetros que temos ao nosso dispor no fabrico e na concepção dum determinado produto ou processo, e ao fazê-lo, fá-lo validando-o. O DOE, ajuda-nos a encontrar o número óptimo de experiências a serem realizadas. Define a menor amostra (o menor número de combinações dentro de todas as possibilidades), que necessito de fazer, e quais é que são essas combinações. Depois da experiência ter sido planeada, vamos ter respostas a perguntas tão cruciais como, qual é que é o número mínimo de testes que preciso realizar, de maneira a garantir que os resultados sejam fiáveis, e como é que estes testes devem ser realizados?

A aplicação do DOE inclui 3 tarefas distintas:

1. Planeamento da experiência,
2. Desenho da experiência,
3. Análise dos resultados.

Dentro destas, o desenho a a análise dos resultados, são tarefas mais ou menos rotineiras, que são idênticas independentemente da dimensão da experiência. O passo mais importante é pois o planeamento. É esta fase que vai ter mais influência nos resultados finais, é aqui que entra o nosso conhecimento próprio do projecto em questão. É aqui que todas as decisões são tomadas pelo grupo de trabalho, nomeadamente; como é que vou avaliar a performance das

experiências, como é que os resultados vão ser medidos, quais são os factores que pensamos terem mais influência nos resultados finais, e quais as opções que vou ter para cada um desses factores.

h) Implementação do Seis Sigma

A muito curto prazo, a análise dos resultados passará a ser realizada com base na metodologia “Manutenção Industrial Seis Sigma”[1]-[2], na medida em que representa uma ferramenta poderosa para determinar o desempenho das actividades de manutenção, permitindo igualmente, através de meios computacionais, definir quais as melhores políticas de melhoria continua.

PARTE 3

CONSIDERAÇÕES

FINAIS

3.1. CONCLUSÕES

Conforme se destacou, de uma forma bastante detalhada ao longo deste dissertação, quer nas generalidades quer na aplicação prática que se descreve, a manutenção industrial de equipamentos fundamentais a um processo produtivo representa uma actividade estratégica, que deverá ser fortemente disciplinada e deverá conter em si as boas práticas de melhoria continua, com o objectivo de se reduzirem falhas e custos de produção. Obviamente que, no caso prático que se apresenta, os equipamentos a manter fazem parte do património de uma escola técnica profissional, e a produção diz respeito à qualidade do ensino ministrado, o que confere um elevado grau de segurança operacional a cumprir escrupulosamente por todos os agentes responsáveis por assegurar aquela qualidade.

Na prática, todos os modelos de manutenção industrial englobam em si todas as políticas de manutenção, ou seja, a manutenção correctiva, a preventiva sistemática, a preventiva condicionada, e a melhorativa. Todavia, tem-se vindo a verificar que as praticas correctivas e preventivas sistemáticas tem sofrido uma redução substancial, ao contrário do que sucede com as práticas preventivas condicionadas e melhorativas, que se têm vindo a impor, como aliás seria de esperar.

De uma forma usual, o desempenho das actividades de manutenção é avaliado através dos níveis qualitativos e quantitativos atingidos por todos os indicadores técnicos, económicos e financeiros associados a essa actividade, sendo aconselhável recorrer-se a operações de *benchmarking*, para que se possa dispor de dados comparativos com a finalidade de se melhorar de uma forma contínua aquela avaliação.

A adopção de sistemas de organização e gestão da manutenção cada vez mais abrangentes e complexos, obriga a uma mudança radical da mentalidade das organizações, sendo fundamental o envolvimento de todos os activos humanos para a implementação e apoio dessa mudança. Sendo o trabalho em equipa a principal preocupação, e atendendo a que as equipas deverão ser multifuncionais, é de boa técnica adoptarem-se os seguintes procedimentos gerais:

- Designação dos recursos humanos, para coordenarem e acompanharem todo o processo de organização da manutenção.
- Desenvolvimento de modelos e metodologias, de uma forma organizada, e com objectivos e cronogramas claramente definidos.
- Criação de um sistema logístico onde todos os recursos humanos, sobretudo os operadores dos equipamentos, possam contribuir com as suas ideias e sugestões para a melhoria contínua requerida.

- Estabelecimento de um plano coerente de reuniões de trabalho, com o objectivo de se avaliar periodicamente a evolução de todos os indicadores de avaliação das actividades de manutenção.
- Desenvolvimento de um suporte informático, o mais interactivo possível, que permita em tempo real a introdução de todos os parâmetros de avaliação, assim como o cálculo imediato dos valores dos indicadores respectivos.
- Envolvimento de todos os recursos humanos da organização, com a finalidade de participarem activamente.

Nesta dissertação pretende-se incentivar a aplicação com sucesso, das boas práticas da manutenção industrial, ao sector do ensino técnico, mais concretamente aos equipamentos existentes nas oficinas de aprendizagem, com a finalidade de se assegurar uma boa qualidade do ensino ministrado e, simultaneamente, reduzir de uma forma otimizada os custos operacionais, contribuindo assim para a máxima eficiência dos activos físicos e humanos dos estabelecimentos de ensino.

3.2. SUGESTÕES PARA TRABALHO FUTURO

Como é do conhecimento geral, nenhum tema de investigação fica concluído com a elaboração de uma modesta dissertação, e muito menos numa área emergente e em franco desenvolvimento técnico e científico como sucede com a manutenção industrial, tendo sido nossa intenção, através deste trabalho, contribuir com mais um passo para o conhecimento nesta área. Atendendo a que esta dissertação não é, de forma alguma, uma excepção a essa regra, discriminam-se seguidamente quais os tópicos orientadores para a realização de trabalhos futuros:

- Elaboração de modelos de gestão integrada que permitam definir todas as metodologias e procedimentos associados à manutenção de equipamentos escolares.
- Desenvolvimento de sistemas periciais, baseados em redes neuronais, para localização e diagnóstico de avarias.
- Elaboração de suportes informáticos dedicados exclusivamente ao tratamento da informação.
- Estabelecimento das metodologias mais eficazes para a obtenção de todos os indicadores necessários para a avaliação da manutenção.
- Definição, escolha e análise dos indicadores mais adequados para o caso concreto de cada estabelecimento escolar.

Esta dissertação, elaborada em parceria entre o Departamento de Engenharia Electromecânica da Universidade da Beira Interior e a Escola Profissional de Trancoso, representa mais uma situação de sucesso, de troca de sinergias entre instituições, que permitirá com toda a certeza melhorar a eficiência produtiva não só da Escola de Trancoso, mas também de outros estabelecimentos de ensino profissional, que poderão beneficiar de todas as sugestões e propostas contidas neste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- [1] - Carlos Cabrita, colectânea de trabalhos técnicos publicados na Revista Manutenção, da Associação Portuguesa de Manutenção Industrial, 2006 a 2011.
- [2] - Carlos Cabrita, colectânea de trabalhos técnicos publicados na Revista Kérânica, da Associação Portuguesa dos Industriais da Cerâmica, 2006-2011.
- [3] - Varela Pinto, “Organização e Gestão da Manutenção”. Monitor, Lisboa, 2002.
- [4] - Luís Andrade Ferreira, “Uma Introdução à Manutenção”. Publindústria, Porto, 1998.
- [5] - Saraiva Cabral, “Organização e Gestão da Manutenção”. Lidel, Lisboa, 2005.
- [6] - Rui Assis, “Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos”. Lidel, Lisboa, 2010.
- [7] - Norma Portuguesa NP EN 13306, Terminologia da Manutenção”. Instituto Português da Qualidade, Setembro de 2007.
- [8] - Carlos Cabrita, “TPM: Manutenção Produtiva Total: Teoria, Métodos, Indicadores de Desempenho”. Edição do Autor, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2003.
- [9] - Terry Wireman, “Preventive Maintenance”. Industrial Press, New York, USA, 2007.
- [10] - Terry Wireman, “Total Productive Maintenance”. Industrial Press, New York, USA, 2004.