

# Gestão da Manutenção e Disponibilidade dos Equipamentos



*“Aquele que não usar as novas  
medicinas deve aguardar novos males”*

## Manual Formando

Edição 1-Janeiro de 2007

# ÍNDICE

<b>1 Introdução à Manutenção .....</b>	<b>2</b>
1.1 Definição.....	4
1.2 Função Manutenção.....	4
1.3 Tipos de Manutenção .....	5
1.4 Preparação da Manutenção Correctiva.....	7
1.5 Ferramentas de ajuda ao diagnóstico .....	8
1.6 Níveis de Manutenção.....	11
1.7 Fiabilidade – Manutibilidade – Disponibilidade .....	13
1.8 Definição dos objectivos técnico – económicos - humanos.....	18
1.9 Análise dos Custos de Manutenção.....	19
<b>Síntese do Capítulo 1 .....</b>	<b>21</b>
<b>2 Técnicas de análise de causas.....</b>	<b>22</b>
2.1 Análise “5 - Porquês” .....	22
2.2 Gráfico Causa – Efeito .....	25
2.3.RAP- Relatório de Avarias Penalizantes.....	26
<b>Síntese do Capítulo 2.....</b>	<b>30</b>
<b>3 Eficiência e qualidade na manutenção .....</b>	<b>31</b>
3.1 Eficiência .....	31
3.2 Componentes da eficiência .....	32
3.3 Rácios e indicadores .....	32
3.4 Formação do pessoal de manutenção .....	37
3.5 Subcontratação em manutenção.....	38
3.6 Planeamento e controlo da manutenção.....	44
<b>Síntese do Capítulo 3.....</b>	<b>51</b>
<b>4 Gestão de stocks em manutenção .....</b>	<b>53</b>
4.1 Introdução.....	53

---

4.2 Sistema de gestão de stocks.....	54
4.3 Classificação dos materiais utilizados pela manutenção .....	57
4.4 A importância dos materiais e dos stocks em manutenção .....	58
4.5 Modelos de gestão .....	60
4.6 Análise A/B/C ou Pareto 80/20.....	61
4.7 A normalização.....	62
4.8 Função aprovisionamento .....	63
4.9 Localização e layout do armazém .....	67
4.10 Documentação do armazém .....	68
4.11 Custos de manutenção.....	69
4.12 Custo do ciclo de vida dos equipamentos.....	71
<b>Síntese do Capítulo 4.....</b>	<b>73</b>
<b>5 Documentação técnica.....</b>	<b>74</b>
5.1 Generalidades .....	74
5.2 Constituição da documentação técnica de um equipamento.....	74
5.3 Documentação da fase do processo de fabrico .....	76
<b>Síntese do Capítulo 5.....</b>	<b>78</b>
<b>6 TPM.....</b>	<b>79</b>
6.1 Introdução.....	79
6.2 Acrónimo TPM .....	81
6.3 Objectivos .....	81
6.4 Necessidades de aplicação da TPM .....	82
6.5 Relação entre entradas e saídas em produção. ....	83
6.6 Domínios da TPM.....	84
6.7 Sistema hierárquico de actividades.....	85
6.8 Princípios de desenvolvimento da TPM.....	86
6.9 O.E.E – Overall equipment efficiency; R.O. – Rend. Operacional .....	86
6.10 Perdas que o TPM permite eliminar .....	89
6.11 Os 8 pilares do TPM.....	91

---

6.12 As 12 etapas de lançamento da TPM .....	103
6.13 As etapas da MA / MP .....	107
6.14 Ferramentas para aplicação da TPM .....	112
6.15 Contribuição da TPM para o sistema de produção .....	115
<b>Síntese do Capítulo 6 .....</b>	<b>118</b>
<b>Glossário de termos de manutenção .....</b>	<b>119</b>
<b>Acrónimos de manutenção e produção .....</b>	<b>135</b>
<b>ANEXO A – Exercícios</b>	
<b>ANEXO B – Resolução de Exercícios</b>	
<b>ANEXO C – Impressos</b>	

## *Prefácio*

Após longo período em que a Manutenção foi considerada o “mal necessário” da função produtiva, reconhece-se, hoje, na Manutenção uma das áreas mais importantes e actuautes da actividade industrial através do seu contributo para o bom desempenho produtivo, a segurança de pessoas e bens, a qualidade do produto, as boas relações interpessoais, a imagem da empresa e a rentabilidade económica do processo. Este Reconhecimento é adicionalmente reforçado pelas crescentes exigências das normas de qualidade relativas à Manutenção dos meios produtivos.

Com este Manual Técnico pretende-se disponibilizar uma abordagem dos conceitos práticos modernos de Gestão / Organização da Manutenção de forma a preparar os técnicos para encontrarem no quotidiano o equilíbrio entre benefício e custos da Manutenção que maximize o contributo positivo da Manutenção para a rentabilidade geral das empresas

## *Objectivos*

O presente Manual é um suporte didáctico às acções de formação profissional para reciclagem, actualização e aperfeiçoamento de activos, no domínio da Gestão Operacional da Manutenção.

Com este Manual Técnico pretende-se disponibilizar aos formandos e ao formador meios estruturados de apoio técnico / pedagógico ao processo formativo na abordagem dos conceitos práticos da Gestão da Manutenção

Através deste suporte, complementado com prática simulada e demonstrativa ambiente formativo, os formandos adquirem conhecimentos teórico-práticos fundamentais para o desempenho de funções no domínio da organização e da Gestão da Manutenção.

# Introdução à Manutenção

## *Objectivos Específicos*

No final do capítulo os formandos devem ser capazes de:

- Enunciar os tipos de manutenção
- Relacionar os níveis de manutenção com as acções a realizar
- Calcular a Disponibilidade
- Referir factores que intervêm nos objectivos da Manutenção

## 1 Introdução à Manutenção

O actual cenário industrial, assente num modelo de desenvolvimento contínuo, tem contribuído para um aumento da competitividade entre as empresas nele intervenientes. Para fortalecer a competitividade as empresas lutam para manter os custos de produção mais baixos possíveis, resultando isto numa crescente preocupação com os aspectos económicos e técnico, que se revela na necessidade de inovar e otimizar os recursos (a racional **gestão dos recursos disponíveis**) e se traduz no trinómio Qualidade / Custo / Prazo.

A gestão dos recursos disponíveis afecta directamente a Produtividade e a Qualidade de um sistema produtivo, de tal forma que o seu sucesso, ou fracasso, depende muito dela. Para atingir óptimos níveis de Qualidade e de Produtividade é necessário que todas as funções da empresa contribuam para o mesmo objecto, ou seja, a obtenção de lucro resultante da venda dos produtos e/ou serviços que a empresa comercializa. Entre estas funções, a Manutenção tem a desempenhar um papel importante e decisivo.

Os orçamentos são elaborados e/ou impostos, obrigando o responsável de Manutenção a operar dentro de limites bem definidos que virtualmente o impedem de atingir todas as suas metas, entre elas garantir a máxima disponibilidade de todos os equipamentos e instalações dentro de níveis aceitáveis de Qualidade e Produtividade.

Para agravar esta situação, por vezes, o parque de máquinas que dispomos está envelhecido ou em fracas condições de funcionamento. Qualquer equipamento, sistema ou instalação, seja ele mecânico, eléctrico/electrónico, hidráulico ou pneumático, está sempre sujeito a um progressivo processo de degradação.

Para que uma instalação assegure a função para que foi concebida, é necessário que os seus equipamentos e máquinas sejam mantidos em boas condições de funcionamento. Isto requer que sejam efectuadas reparações, inspecções, rotinas preventivas, substituição de órgãos ou peças, mudanças de óleo, limpezas, correcção de defeitos, fabricação de componentes, pinturas, etc., para que se possa repor os níveis de operacionalidade. Este conjunto de acções forma o leque de actividades da **Função Manutenção**.

## **Evolução Histórica da Função Manutenção**

Após um período em que a Manutenção foi considerada um mal necessário da produção industrial, hoje, reconhece-se na Manutenção uma das mais importantes e actantes funções de uma empresa, com um peso decisivo na rentabilidade, na Qualidade e na própria imagem da empresa.

A evolução da manutenção fez-se sentir desde o início deste século, em especial ao nível orgânico, passando de uma actividade subsidiária da função Produção até uma função autónoma dentro da estrutura da empresa. Esta evolução foi em muitos casos resultante da necessidade da redução dos custos de paragens devido a avarias, bem como, a constante actualização tecnológica e científica.

Assim da Manutenção Correctiva de Emergência (MCE), caracterizada pela intervenção após a ocorrência da avaria, passou-se à Manutenção Preventiva Sistemática (MPS), em que as intervenções são efectuadas periodicamente e em função de um valor da vida esperada dos equipamentos e sistemas. Finalmente, a Manutenção Condicionada (MC), a qual tentando maximizar a utilização de equipamentos e sistemas, não conseguida pela MPS, baseia as intervenções no controlo da condição do equipamento, de tal modo que a intervenção só tem lugar no momento em que a condição de funcionamento deixe de estar adequada, podendo por em risco a produção e/ou segurança de pessoas e instalações.

Esta evolução decorreu num período bastante alargado, quando comparado com a maioria das filosofias de gestão da produção. Isto mostra facilmente o descuido a que a função Manutenção foi votada. Na indústria portuguesa, muitas das actividades de Manutenção estão enquadradas na MCE. Esta situação fica a dever-se a vários factores, dos quais o não reconhecimento da importância da manutenção e a ignorância dos custos da não – Manutenção são uns dos mais importantes.

Modernamente, a Manutenção tem sido abordada de forma diferente. Já não se pode analisar uma função de uma empresa sem abordar aquelas funções que directa ou indirectamente jogam com esta. Assim neste contexto de integração têm surgido várias ideias que defendem a análise da Manutenção no todo da fábrica.

## 1.1 Definição

A AFNOR define Manutenção como sendo um conjunto de acções que permitem manter ou restabelecer um bem num estado especificado ou com possibilidade de assegurar um serviço determinado, a um custo global optimizado.

De outra forma, pode-se definir Manutenção como a combinação das acções de gestão, técnicas e económicas, aplicadas a bens, para optimização dos seus ciclos de vida (segundo proposta de NP).

## 1.2 Função Manutenção

Os equipamentos de produção têm sofrido ao longo dos tempos evoluções importantes, ou seja:

- a) Os equipamentos são cada vez mais automatizados. Tornam-se mais compactos, mais complexos e são utilizados de forma mais intensa.
- b) Os equipamentos são mais “caros” (investimentos mais elevados) com períodos de amortização mais pequenos.
- c) Os tempos de indisponibilidade sobre um “processo” são economicamente mais críticos do que sobre um parque de máquinas em linha.
- d) A exigência imposta por novos métodos de gestão da produção.

Assim sendo a função Manutenção evolui do conceito original de **Conservação** para o de **Manutenção**:

### **Conservação:**

“Desenrascar” e reparar um parque material a fim de assegurar a continuidade da produção.

### **Manutenção:**

É escolher os meios de prevenir, de corrigir ou de renovar um parque material, seguindo critérios económicos, com vista a optimizar o custo global de posse do equipamento.

### 1.3 Tipos de Manutenção

São vários os tipos de Manutenção utilizados no mundo industrial. A figura seguinte mostra-os de forma sucinta e como estão interligados.

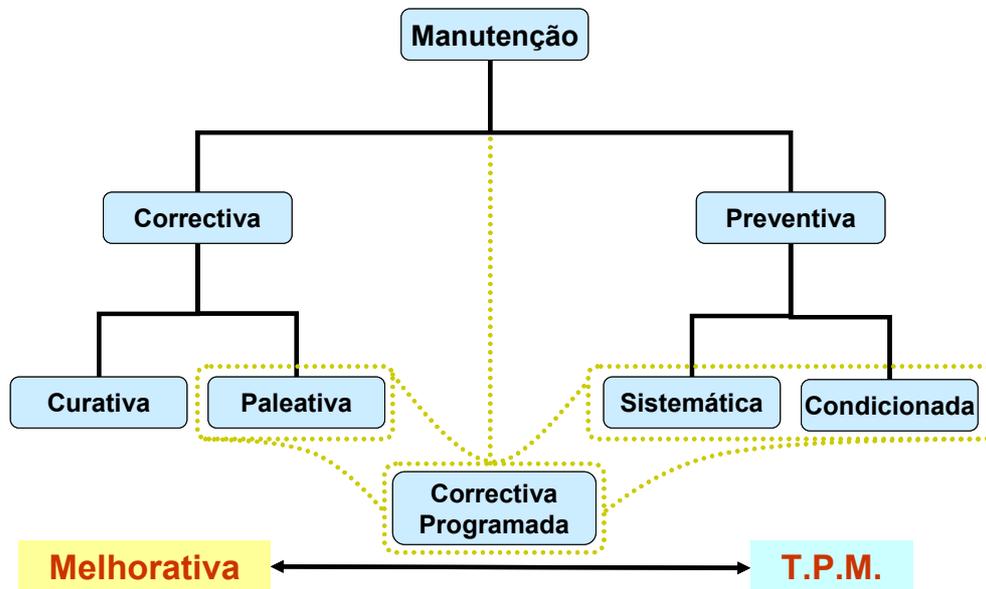


Fig 1: Tipos de Manutenção

#### 1.3.1 Manutenção Correctiva

Realizada depois da ocorrência de uma avaria com cessação da aptidão de um equipamento para realizar a função requerida, destinada a restaurar a aptidão desse equipamento para realizar essa função.

Como podemos verificar na figura 2, a cessação da aptidão não depende apenas do tempo total de reparação, mas também dos tempos de diagnóstico, logística e das afinações necessárias ao equipamento.

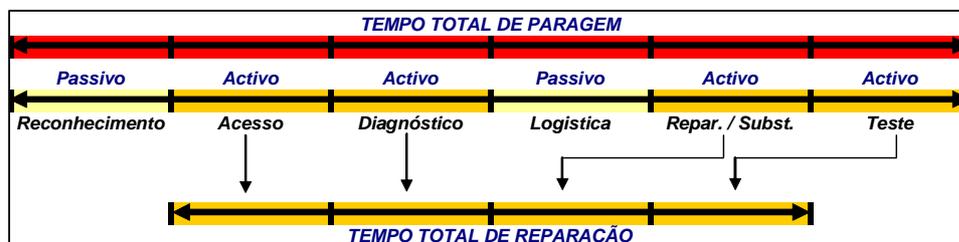


Fig 2: Tempo de reparação e tempo de paragem

### **1.3.2 Manutenção Correctiva Curativa**

É a acção correctiva total que tem por objectivo tratar a causa da cessação da aptidão do equipamento sendo precedida de uma análise de causas primárias, afim de verificar se existe degradação forçada ou natural, e é objecto de relatório após a ocorrência. Realizada no sentido de recuperar a capacidade de um equipamento, para executar a função requerida.

### **1.3.3 Manutenção Correctiva Paliativa**

Realizada após ocorrência de avaria, com cessação da aptidão mas com o objectivo apenas do “desenrasque” (desenrascar, desempanar), deixando a acção Curativa Futura em programação. Este tipo de manutenção deverá ser sempre objecto de decisão entre Fabricação / Manutenção.

### **1.3.4 Manutenção Preventiva**

Realizada em intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos com o objectivo de reduzir a probabilidade de avaria de um equipamento.

### **1.3.5 Manutenção Preventiva Sistemática**

De natureza cíclica estabelecida em função do tempo ou número de unidades de utilização. É assim, periodicamente realizada em intervalos constantes, por exemplo, tempo de calendário, horas de funcionamento, unidades produzidas, nº de ciclos, etc...

### **1.3.6 Manutenção Preventiva Condicionada**

Subordinada à evolução dos parâmetros funcionais de um equipamento para decidir o momento óptimo de uma determinada intervenção. A decisão de intervenção é tomada no momento em que há evidências visíveis de defeito iminente ou quando há um patamar de degradação predeterminado atingido.

É também conhecida por Preditiva, e expressões como “manutenção por diagnóstico” e “manutenção baseada na avaliação da condição” exprimem bem o seu conceito. Não necessita do conhecimento por antecipação da lei da degradação da máquina ou equipamento.

### **1.3.7 Manutenção Programada**

Tipo de manutenção organizada com antecedência, em que são fixadas as tarefas, os métodos, os materiais, as ferramentas, a mão-de-obra, o tempo requerido e o momento recomendável para as intervenções de manutenção.

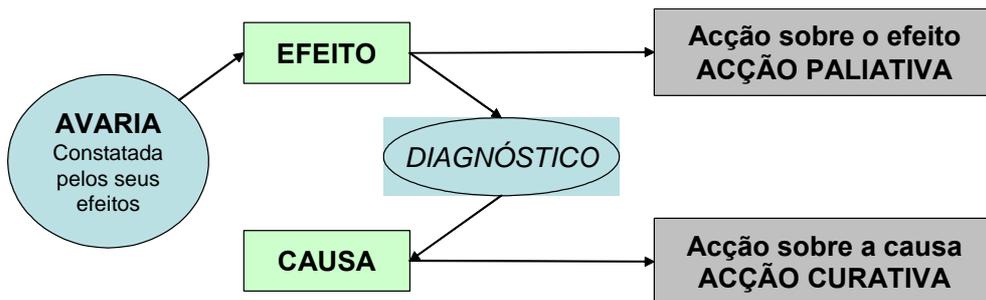
### 1.3.8 Manutenção Melhorativa

Estudo, projecto e realização de algumas alterações nos equipamentos no sentido de reduzir ou eliminar operações de manutenção, melhorar o M.T.T.R. e M.T.B.F., dos componentes críticos / condicionantes, e/ou alterações de aspectos legais.

### 1.4 Preparação da Manutenção Correctiva

**Diagnóstico:** Identificação da causa de uma avaria utilizando um raciocínio lógico.

Nos esquemas abaixo indicados podemos verificar as acções a serem tomadas sobre o efeito e a causa de uma avaria.



**Exemplo:**

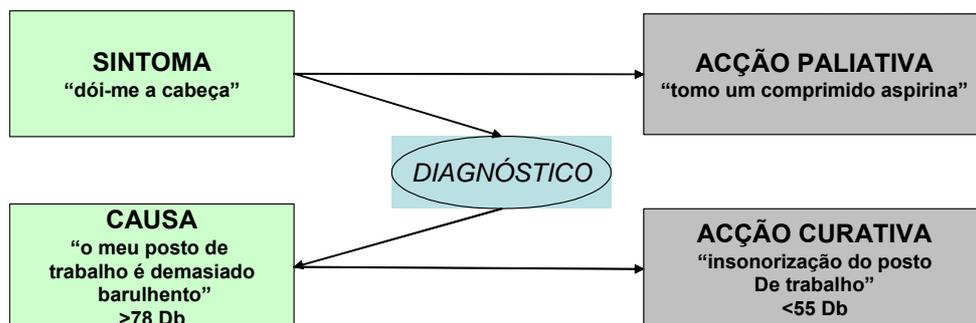


Fig 3: Acção paliativa / curativa numa avaria

## 1.5 Ferramentas de ajuda ao diagnóstico

### 1.5.1. Fluxograma de detecção de avarias

No fluxograma seguinte podemos verificar uma das possíveis formas de detecção de avarias.

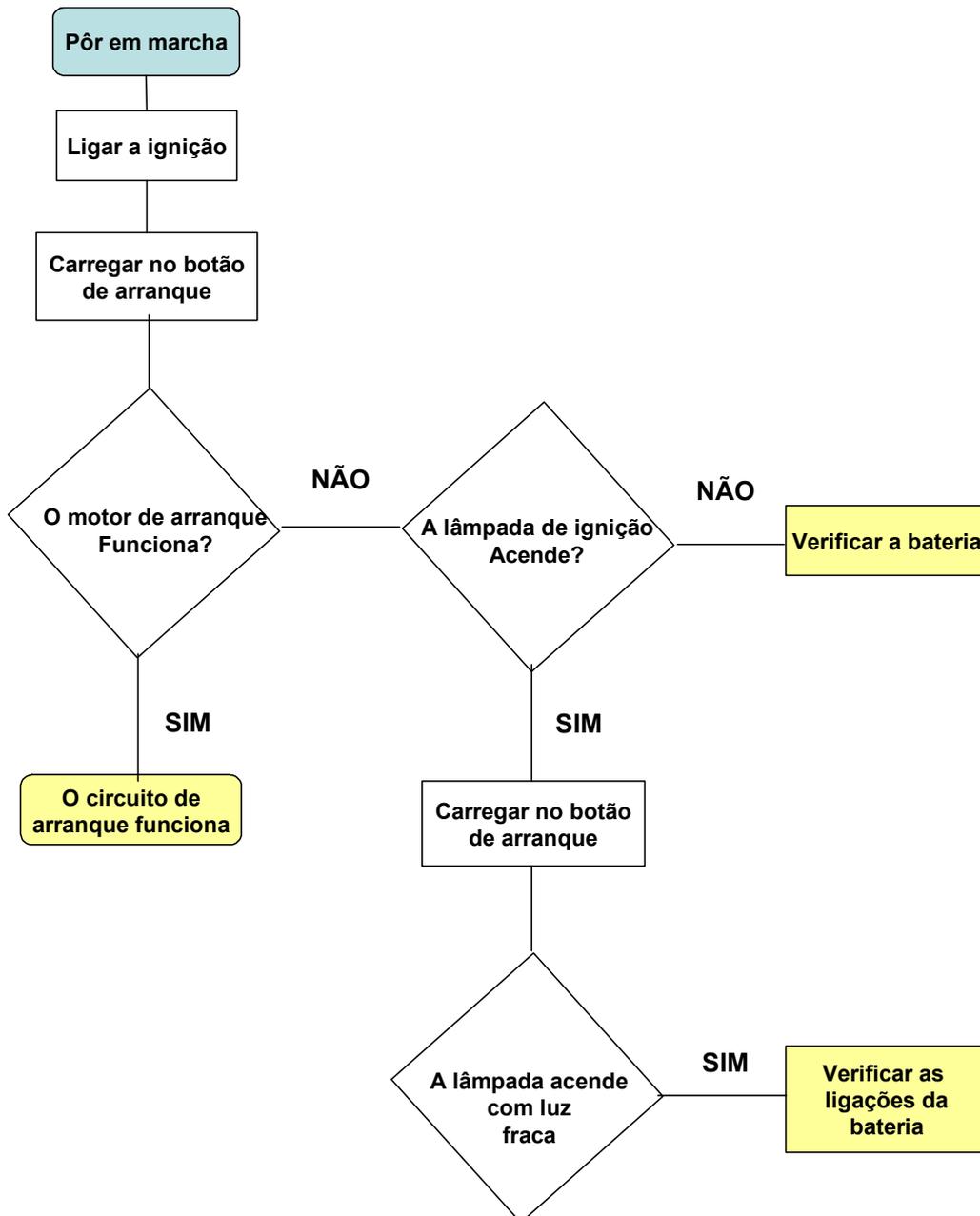


Fig 4: Fluxograma de detecção de uma avaria

### 1.5.2 Vista explodida do equipamento

É extremamente útil para melhor compreender o funcionamento de um determinado subconjunto ou componente, bem como a sua desmontagem e posterior montagem.

A figura 5, é elucidativa do contributo que uma vista explodida de um equipamento ou subconjunto pode ter no diagnóstico, desmontagem, montagem e compreensão do funcionamento de órgãos mecânicos.

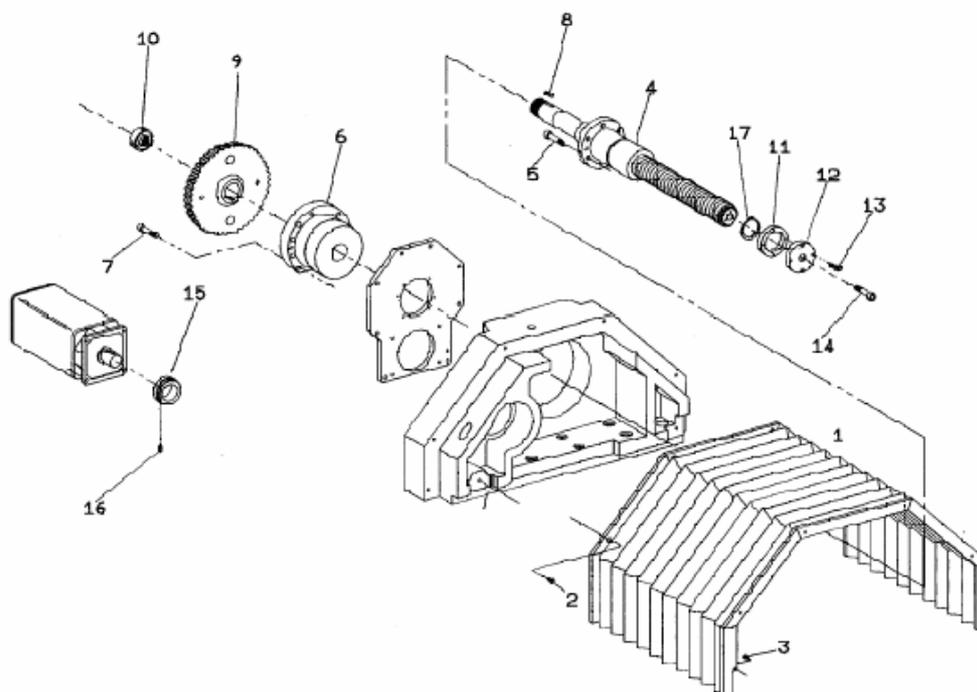


Fig 5: Vista explodida e nomenclatura de um subconjunto

A identificação correcta de todos os componentes deve fazer parte da documentação técnica do equipamento. Desta forma, havendo necessidade, facilmente podemos procurar um componente no mercado para uma eventual substituição ou aprovisionamento interno.

O quadro seguinte é um exemplo da forma, clara e objectiva, de como devem estar documentados os diversos componentes dos equipamentos ou subconjuntos.

<b>Nº</b>	<b>Código</b>	<b>Designação</b>	<b>Qt</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Refª Fabricante</b>
1	OIC 1339	Fole de protecção	1	MIKRON	OIC 1339
2					
3					
4	OIC 1340	Fuso	1	MIKRON	OIC 1340
...					

O exemplo do quadro apresentado tem como suporte a figura 5, apresentada anteriormente.

### 1.5.3 Extractos do dossier máquina

Devem acompanhar a OT – Ordem de Trabalho, sempre que necessário.

Por esse facto, o dossier máquina deve ser constituído por folhas destacáveis.

### 1.5.4 Descrição gráfica do equipamento

A descrição gráfica de um determinado equipamento, possibilita uma rápida identificação do local de determinados componentes.

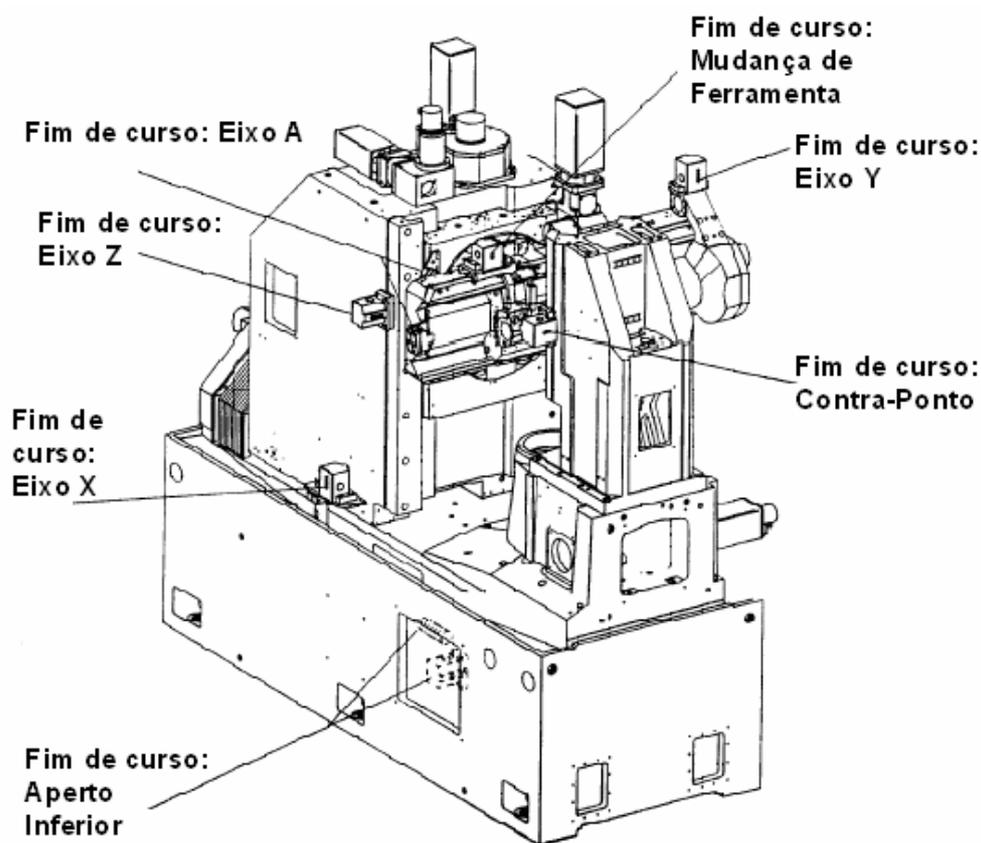


Fig 6: Descrição gráfica de um equipamento

### 1.5.5 Testes de diagnóstico

Testes em banco: específicos a um equipamento, permitem o diagnóstico, o controlo e afinação desses equipamentos.

Testes integrados: como o seu nome indica, integrados desde a concepção do equipamento e que permitem o auto-diagnóstico.

### 1.5.6 “Expert Systems” ou Sistemas de apoio à decisão

Utilização da inteligência artificial com recurso à informática, usando um processo heurístico apoiada numa estratégia passo a passo.

## 1.6 Níveis de Manutenção

Os vários níveis de Manutenção dependem não só das tarefas a executar mas, sobretudo, das competências e meios à disposição requeridos para as executar.

São 5 os níveis de Manutenção, caracterizados por:

### 1.6.1 Nível I:

Regulações simples previstas pelo construtor através de elementos acessíveis sem desmontagem ou abertura do equipamento, substituição de elementos consumíveis acessíveis com toda a segurança (ex. lâmpadas, fusíveis, ...)

**Local de execução:**

No equipamento.

**Quem executa:**

Operador do equipamento.

**Meios de apoio à execução:**

Instruções de funcionamento e sem utilização frequente de ferramentas.

Materiais consumíveis

(+) 50% de gestão visual.

### 1.6.2 Nível II:

Reparações efectuadas à base de substituição de elementos standard e operações simples de manutenção preventiva, tais como lubrificação ou controlo de bom funcionamento do bem / equipamento.

**Local de execução:**

No equipamento.

**Quem executa:**

Técnico de qualificação média.

**Meios de apoio à execução:**

Instruções de manutenção e segurança.

Ferramentas portáteis definidas pelas instruções de manutenção.

Materiais de uso corrente.

### 1.6.3 Nível III:

Diagnóstico, localização e reparação de avarias por substituição de componentes ou elementos funcionais, reparações mecânicas simples e todas as operações correntes de manutenção preventiva, tais como regulações gerais e calibração de aparelhagem de medida e controlo.

**Local de execução:**

No equipamento.

Em oficina/ local de apoio.

**Quem executa:**

Técnico especializado.

**Meios de apoio à execução:**

Instruções de manutenção.

Ferramentas e aparelhagem de medida previstas nas instruções de manutenção.

Banco de ensaio e controlo de equipamentos.

Materiais de uso corrente e peças de reserva standard / específicas.

### 1.6.4 Nível IV:

Todos os trabalhos importantes de manutenção correctiva e preventiva com excepção de renovação e reconstrução. Inclui também a calibração dos aparelhos de medida utilizados nas operações de manutenção e verificação das fases de trabalho por organismos ou empresas especializadas em inspecção e controlo.

**Local de execução:**

Em oficina central ou externa de trabalho especializada e devidamente equipada.

**Quem executa:**

Equipas com enquadramento técnico especializado.

**Meios de apoio à execução:**

Máquinas ferramenta.

Meios mecânicos de cablagem, soldadura, limpeza.

Bancos de aferição de aparelhagem de medida e controlo.

Equipamentos de elevação e movimentação.

Documentação técnica geral e particular.

### 1.6.5 Nível V:

Renovação, reconstrução ou execução de reparações importantes confiadas a uma oficina central ou exterior.

**Local de execução:**

Oficina externa

Oficina do construtor.

**Quem executa:**

Equipas e respectivo enquadramento técnico altamente especializados.

Fabricante do equipamento.

**Meios de apoio à execução:**

Meios definidos pelo construtor e próximos dos necessários à fabricação.

## 1.7 Fiabilidade – Manutibilidade – Disponibilidade

Os conceitos de Fiabilidade, Manutibilidade e Disponibilidade Intrínseca, são apresentados na figura 7. A probabilidade do bom funcionamento aliada a uma correcta reparação tem influência directa na probabilidade de assegurarmos a função requerida de um equipamento.

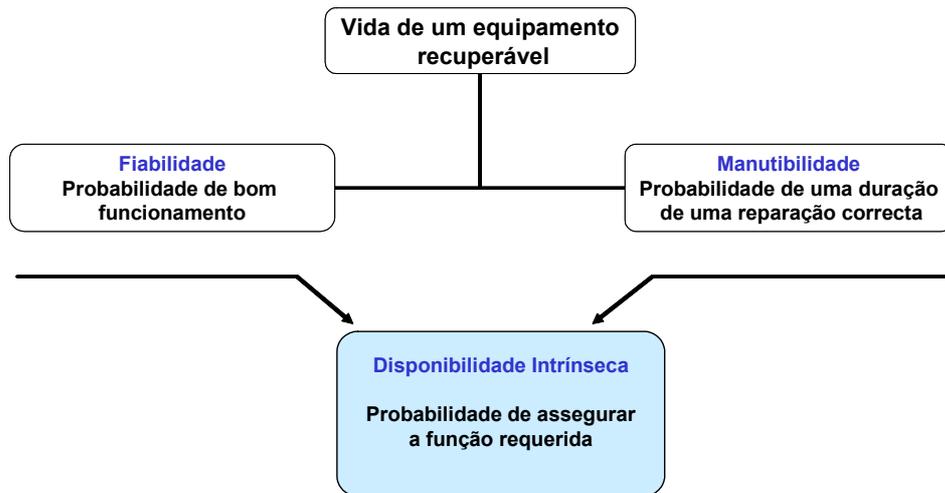


Fig 7: Fiabilidade - Manutibilidade - Disponibilidade

### 1.7.1 Fiabilidade

MTBF – Média dos tempos de bom funcionamento

Característica de um equipamento expressa pela probabilidade de este exercer uma função requerida sob condições específicas e por um período de tempo pré-determinado.

Se se considerar o funcionamento de um equipamento, ou de um dos seus componentes, durante um dado período de tempo, a taxa de avarias,  $\lambda$ , é dada pela expressão:

$$\lambda = N \text{ avarias} / \text{Tempo total de funcionamento}$$

Então a média dos tempos de bom funcionamento será origem na seguinte expressão:

$$\text{MTBF} = 1 / \lambda = \sum T_{fi} / N_{av}$$

Com:  $T_{fi}$  = tempo de funcionamento no período

$N_{av}$  = numero de avarias no período

O MTBF dá-nos uma medida da fiabilidade do equipamento, isto é, da sua aptidão para funcionar durante um determinado período de tempo em boas condições.

Suponha que um novo equipamento é testado, e que as suas características de desempenho satisfazem as especificações do projecto. O equipamento é posto em serviço. Se no decorrer do tempo, o

equipamento continua a funcionar então este continua a respeitar as especificações, diz-se portanto que sobreviveu.

A Fiabilidade (**R**), de um dado equipamento pode então ser definida como a probabilidade que um dado equipamento tem em continuar a respeitar as especificações para que foi concebido, num dado período de tempo e em condições de operação bem definidas. Se no entanto, com o decorrer do tempo o equipamento falha, então diz-se que o equipamento é infiável. A Não Fiabilidade (**F**), de um equipamento pode ser definida como a probabilidade do equipamento falhar no cumprimento das especificações para as quais foi concebido, num dado período de tempo e em condições de operação bem definidas.

As falhas nos equipamentos podem ocorrer, resultado de uma grande variedade de situações, como o envelhecimento, o desgaste, as fracturas ou fadigas mecânicas, negligências, etc.

A Fiabilidade e Não Fiabilidade variam com o tempo, e a sua soma é sempre igual a 1.

Ou seja:

$$\mathbf{R(t) + F(t) = 1}$$

O conceito de Fiabilidade sempre esteve ligado ao conceito Qualidade. A Fiabilidade de um equipamento representa a sua capacidade em reter as suas características de Qualidade à medida que o tempo progride.

A figura 8 representa, graficamente, a taxa de falhas de um equipamento desde a fase de arranque até à fase de abate.

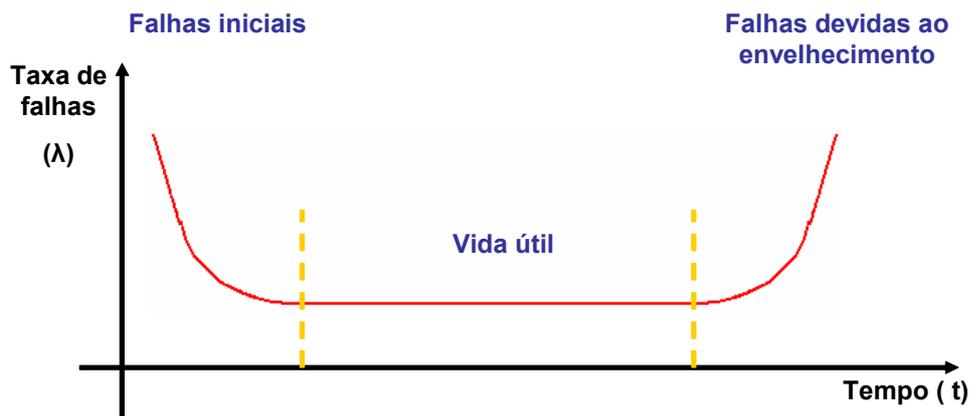


Fig 8: Variação da taxa de falhas no decorrer da vida útil dos equipamentos

A curva (fig 8) é conhecida como *Curva da Banheira*, e consiste em 3 fases distintas:

**Fase inicial:** Caracterizada pelas falhas de início de actividade e relacionadas com elementos como problemas de montagem e instalação, de aplicação e fabrico, de adaptação e conhecimento geral do ambiente de trabalho.

**Fase de vida útil:** período caracterizado por uma taxa de falhas praticamente constante. É um período onde a taxa de falhas desce drasticamente e estabiliza no tempo. A origem das falhas neste período fica a dever-se, essencialmente, a factores como excesso de carga, negligência no uso do equipamento, políticas de manutenção e rigor nas rotinas, bem como a outras causas imprevistas: falhas Aleatórias (forçadas e/ou naturais).

**Fase final:** Caracterizada pelo aumento do número de avarias ou falhas normalmente adivinha o final de “algo”.

### 1.7.2 Manutibilidade

MTTR – Média dos tempos de reparação

Capacidade de um equipamento ser mantido em boas condições operacionais, e no caso de este falhar, tem por objectivo repor o equipamento nas condições operacionais, com um tempo de reparação o mais curto possível, sempre no respeito das regras de segurança vigentes e normas ambientais em vigor.

A média dos tempos de reparação é dada pela expressão:

$$\text{MTTR} = \sum \text{Tri} / \text{Nav}$$

Com: Tri = tempo de reparação no período

### 1.7.3 Disponibilidade Intrínseca

Disp – Combinação dos níveis de fiabilidade e manutibilidade de um equipamento.

Probabilidade de assegurar a função requerida a um determinado equipamento.

$$\text{Disp} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

### 1.7.4 Diagrama de tempos

RENDIMENTO OPERACIONAL (RO) = DISPONIBILIDADE OPERACIONAL X VELOCIDADE X TAXA DE QUALIDADE		(RV) (TQ)	(0.9 x 0.95 x 0.99 x 100) > 85%
(TA) TEMPO AFECTADO	(TF) TEMPO DE FUNCIONAMENTO	AS GRANDES PERDAS	CÁLCULO DO RENDIMENTO OPERACIONAL
(TF) TEMPO DE BOM FUNCIONAMENTO	PERDAS DE VELOCIDADE	1 AVARIAS Avarias súbitas / crónicas Máquina - Ferramenta - Produto	DO - Disponibilidade Operacional
TEMPO FUNCIONAMENTO VÁLIDO	Micro Paragens	2 MUDANÇAS E REGULACOES Mudança Produto - Ferramenta Regulação Ferramenta	Tempo afectado - Tempo Total paragens Tempo afectado > 90%
PEÇAS BOAS FABRICADAS	Degradação do tempo de ciclo	3 PARAGENS INDUZIDAS Falta peças - Saturação - Falta energia	RV - Rendimento Velocidade T. ciclo teórico x Peças totais fabricadas Tempo afectado - Tempo Total paragens > 95%
		4 MICRO-PARAGENS Interrupções de curta duração. Geralmente de reposição simples e rápida.	TQ = Taxa de Qualidade Peças boas fabricadas Peças totais fabricadas > 99%
		5 REDUÇÃO VELOCIDADE Discrepância entre a velocidade nominal e actual do equipamento	(TPF) Tempo paragens próprias Tempo Total Paragens = $\frac{IP + IS + IE}{\text{Paragens induzidas (IP)}} + \frac{PR + PT + PC}{\text{Paragens funcionais (TPF)}} + \frac{PM + PF + PP}{\text{Paragens avarias (TAV)}}$
		6 DEFETOS PROCESSO Sucatas Triagens Recuperação de peças	Disponibilidade Operacional = $\frac{TF}{TA}$ Disponibilidade = $\frac{TF}{TF + TPP}$ Disponibilidade = $\frac{TF - TPI}{TF + TPI - TA}$
		7 TRANSIÇÃO (ARRANQUE) Perda de tempo e matérias durante o arranque para estabilizar a produção.	

## 1.8 Definição dos objectivos técnico – económicos - humanos

A estratégia ou política de Manutenção consiste em definir os objectivos técnico, económicos e humanos relativos aos serviços efectuados numa empresa pelos serviços de manutenção sendo estes os responsáveis por conceber e explorar os meios adaptados a esses objectivos.

Esta estratégia implica um compromisso entre três pólos, como podemos verificar na figura seguinte:

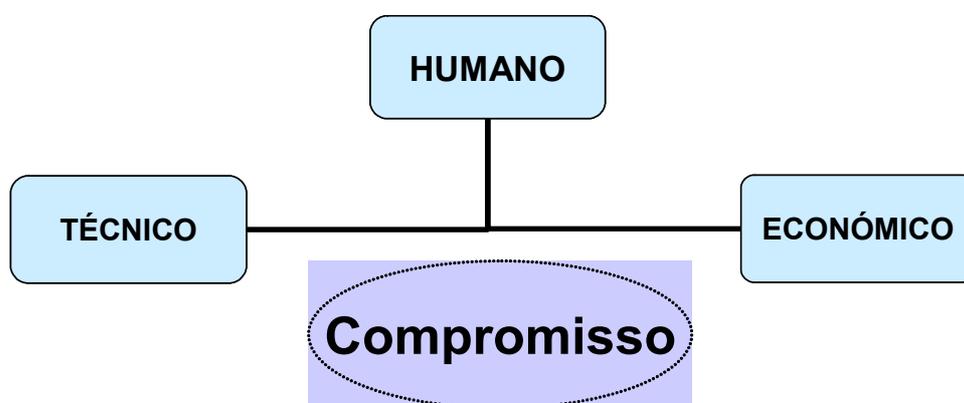


Fig 9: Objectivos técnico-económicos-humanos

### 1.8.1 Objectivos Técnicos

Os objectivos técnicos integrados na política de Manutenção de uma empresa são:

- manter o equipamento num estado pré-definido.
- assegurar a disponibilidade do equipamento ao nível pretendido
- obtenção do máximo rendimento do equipamento.
- prolongar o mais possível a vida do equipamento.
- organizar as intervenções.

## 1.8.2 Objectivos Económico - Sociais

Em relação aos objectivos económico-sociais, eles são:

- assegurar a máxima segurança de pessoas e bens.
- diminuir os custos directos e indirectos das avarias.
- melhorar as relações com os clientes ( garantia de prazos e de qualidade).
- reduzir os stocks de peças de substituição.
- melhorar as relações pessoais entre a produção e a manutenção.

## 1.8.3 Humanos

Os aspectos respeitantes à componente humana, têm em conta as seguintes vertentes:

- nível motivacional
- competências requeridas
- análise de cargas de trabalho
- acidentes de trabalho / absentismo

## 1.9 Análise dos Custos de Manutenção

Os custos de manutenção são considerados no preço final de produção dos produtos fabricados ou serviços prestados.

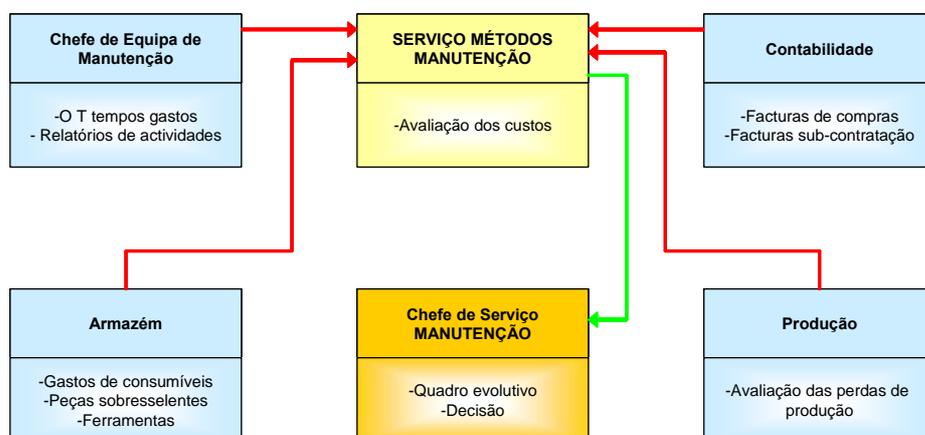


Fig 10: Análise dos custos de manutenção

Como podemos verificar na figura anterior, uma organização racional e económica da Manutenção contribui decisivamente para o alargamento das actuais curtas margens de lucro das empresas.

A análise dos custos permite ao responsável da politica de Manutenção efectuar a sua missão através de:

- do estabelecimento de um orçamento anual.
- conhecimento em tempo real das despesas e desvios do orçamento.
- nível da manutenção preventiva a efectuar.
- verificar a eficácia das acções de manutenção.
- decidir do recurso ou não à subcontratação e à mão-de-obra exterior.
- substituição do material ou equipamento.
- substituição: compra de um equipamento igual ou não.
- pequena reparação: colocar em estado de funcionamento.
- grande reparação: reconstrução.

## Síntese do Capítulo 1

*“ O que é mais importante na empresa não é o que ela possui, mas sim o que se faz com o que ela possui.”*

As políticas de manutenção são consideradas por factores, tais como, condição, idade dos equipamentos, inspecções legais obrigatórias respeitantes à segurança e ambiente. De acordo com as características do regime de produção e do tipo de equipamentos produtivos em presença, deverão explicitar-se claramente as políticas de manutenção a implementar, entendendo-se como política de manutenção a arte de governar a manutenção, definindo-se o conjunto de tipos de acções a efectuar nos equipamentos pela função manutenção.

Estas políticas são estabelecidas de acordo com as características dos equipamentos e condicionantes da produção, e, devem ser seleccionadas tendo em conta as diferentes opções possíveis e de forma a otimizar sempre os custos de manutenção.

Aspectos a considerar:

- Fiabilidade: MTBF
- Manutibilidade: MTTR
- Tipos de avarias
- Custos de avarias
- Aspectos legais relativos a inspecções obrigatórias
- Criticidade do equipamento em relação a custos

Com tudo isto é possível uma avaliação técnica e económica comparativa do benefício resultante das diversas opções possíveis e explicar a decisão, e desta forma trilhar o caminho mais lucrativo para a empresa.

*“ Nunca chegaremos ao destino por mais que se percorra o caminho errado.”*

# Técnicas de análise de causas

## *Objectivos Específicos*

No final do capítulo os formandos devem ser capazes de:

- Utilizar técnicas de análise de causas.
- Aplicar e compreender as vantagens do método RAP.

## 2 Técnicas de análise de causas

### 2.1 Análise “5 - Porquês”

#### 2.1.1 Definições da técnica de análise “5 - Porquês”

É uma ferramenta de análise que permite determinar as primeiras causas de aparecimento de um problema, no sentido de traçar um plano que elimine a sua não reaparição (« matar » definitivamente o problema).

Esta ferramenta tem a sua aplicação sobre as anomalias constatadas sobre as instalações ou sobre as falhas (avaria, defeito qualidade, acidente...).

Análise apoia-se sobre os factos para aferrolhar a ou as causas, que estão na origem do problema no dado instante.

Nota:

Não é necessário chegar aos 5º “Porquê”, como está no impresso tipo. A técnica termina assim que se chega à causa primária do problema.

**2.1.2 Método**

Compreender problema e ter plena consciência dos factos e do contexto.

Colocar-se a questão «Porquê?» tantas vezes quanto necessário, até identificar as causas humanas que permitirão deduzir a acção.

Para cada resposta dada a um porquê, validar a análise em caminho inverso. Deve-se encontrar as consequências lógicas: «então»

Para cada resposta dada a um porquê, assegurar-se que o conjunto dos factos são tomados em conta e o tal porquê foi resolvido, podese ainda ter o problema?

Definir o plano de acções (quê, Quem, Quando) para evitar a reaparição do problema. Seguir a sua colocação efectiva em serviço.

Nota:  
 Não se procura um culpado mas sim a causa que está na origem do problema

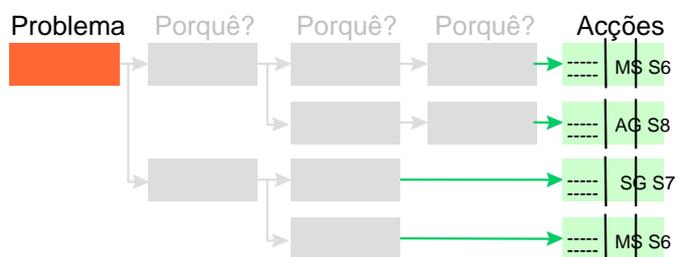
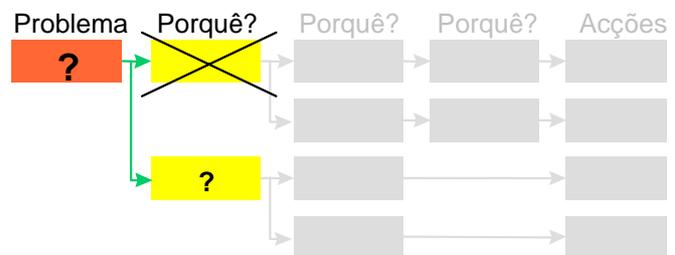
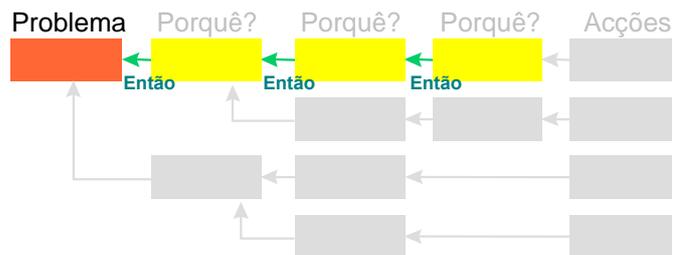
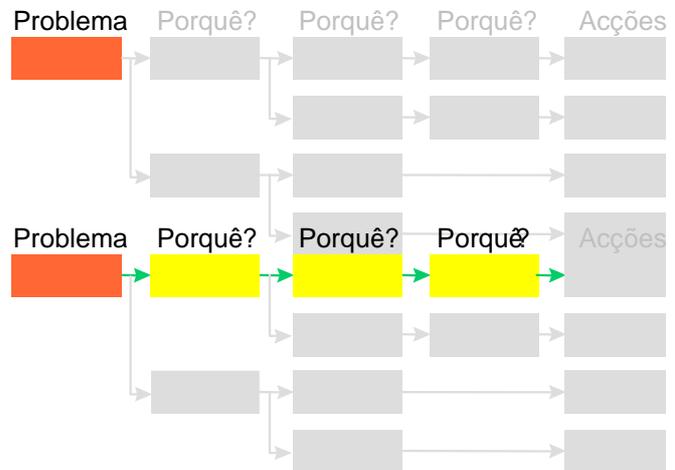


Fig 11: Técnica de análise “5 - porquês”

A figura 11, ilustra a forma de aplicação da técnica de análise “Porquê”. Muito importante é a necessidade de estabelecer planos de acções correctivas e preventivas, bem como a definição de prazos e responsáveis pela execução.

### 2.1.3 Pontos Chave

- Reunir as diferentes competências, necessárias a análise do problema.
- Colocar correctamente o problema.  
  
Utilizar, por exemplo, o QQQQCP (Quem, o Quê, Onde, Quando, Como e Porquê) e realizar um esquema de funcionamento da instalação se necessário, para clarificar o problema.
- Fazer frases curtas e precisas (sujeito, verbo, complemento).
- Raciocinar sobre os factos, antes de raciocinar eventualmente sobre hipóteses; verificar sobre o terreno o problema real (não imaginar) a veracidade das hipóteses.

### 2.1.4 Animação

- Nomear um animador para as análises em grupo.
- Utilizar Post-it para facilitar a remoção (dimensões 7,5 x 3,5 cm ou 7,5 x 10,5 cm).
- Escrever uma única ideia por Post-it.  
Quando duas causas são conjugadas ( o problema só se produz se temos as duas causas ao mesmo tempo), é necessário escrevê-las juntas no mesmo Post-it.
- Dispor os Post-it da esquerda para a direita no painel.
- Diferenciar o problema dos porquês e dos planos de acções, por exemplo utilizando cores diferentes.
- **Afixar as análises Porquê em curso na oficina.**

## 2.2 Gráfico Causa – Efeito

### 2.2.1 Definições da técnica do gráfico causa - efeito

É uma ferramenta de análise que permite identificar todas as causas possíveis de relacionamento com o defeito.

Esta técnica também é conhecida por diagrama de “**Espinha-de-Peixe**”, por diagrama dos **6 Ms** (Mão-de-Obra, Método, Manutenção, Meio Ambiente, Material e Máquina) ou simplesmente diagrama de “**Ishikawa**”.

### 2.2.2 Método

- Emitir hipóteses a partir de um problema a resolver.
- Adaptar para um trabalho de grupo.
- Reagrupar as hipóteses emitidas por temas: **6 Ms**.

**Mão-de-Obra:** A responsabilidade e a formação dos operadores.

**Método:** As gamas e modos operatórios, os modos de aprovisionamento e a concepção de peças.

**Máquina:** Meios utilizados e tipos de ferramentas específicas.

**Matéria:** A geometria das peças e matérias utilizadas.

**Meio:** Meio envolvente e o local, meios de controlo e meio ambiente.

**Manutenção:** As acções de manutenção curativa / correctiva e preventiva e formação específica.

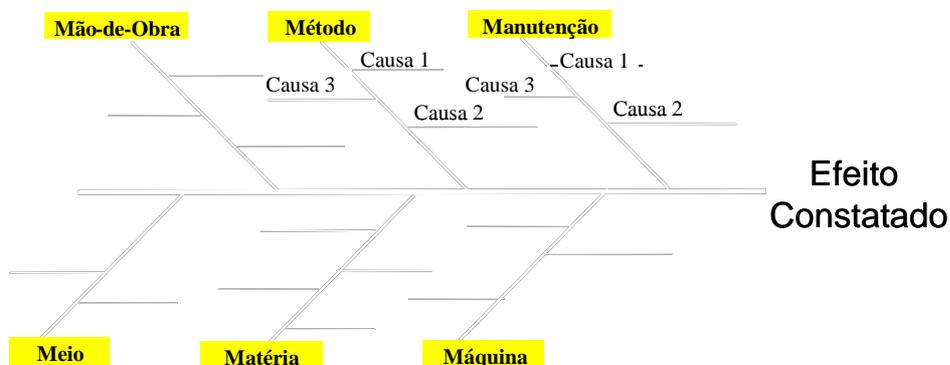


Fig 12: Gráfico causa-efeito

Na figura 12, está representada graficamente a análise Causa-Efeito. Na primeira fase da aplicação desta técnica todas as hipóteses / opiniões são tidas em conta e consideradas. Numa segunda fase, todas as hipóteses são classificadas de acordo com o diagrama e analisada a influência que possam ter no efeito constatado.

Também nesta técnica de análise, se deve definir os planos de acções a colocar em prática, com os seus responsáveis e prazos de execução.

## 2.3 RAP – Relatório de Avarias Penalizantes

### 2.3.1 O que é o RAP

Ao analisarmos as avarias mais penalizantes (ex.: duração superior a 2 horas), torna-se necessário realizar um suporte robusto com acções de base para o equipamento em falha de modo a eliminar as causas da avaria e, sempre que possível, as perdas de tempo ao nível do diagnóstico, aprovisionamento de sobressalentes, etc.

O interesse desta técnica não é o de justificar os tempos gastos na intervenção, mas um meio de otimizar, erradicar a causa primária e capitalizar a experiência vivida. Devemos procurar as soluções mais eficientes que irão impedir a repetição da avaria e otimizar as organizações.

### 2.3.2 Objectivos do RAP

Os objectivos desta técnica assentam em 4 eixos:

- 1) **Sintetizar** o desenrolar da intervenção.
- 2) **Identificar as lacunas** vividas no desenrolar da intervenção e encontrar soluções correctivas.
- 3) Procurar a **causa primária** da falha e implementar um plano de acções com vista a erradicar completamente o funcionamento.
- 4) **Capitalizar**.

### 2.3.3 Documento de análise RAP

- **Análise a frio**: depois da reparação.
- O RAP é um **suporte** de trabalho e de síntese.

- **Formaliza** a análise de um grupo de trabalho.
- Utilizado em todas as **paragens graves**.
- Base de trabalho para definir **planos de acções** correctivas.

### 2.3.4 Participantes na análise RAP

- Um **piloto** que reúne todos os documentos e acções que permitiram a reparação.
- Um **grupo de trabalho** para análise e planos de acções.
- **Redactor**: preferencialmente o responsável pela manutenção.

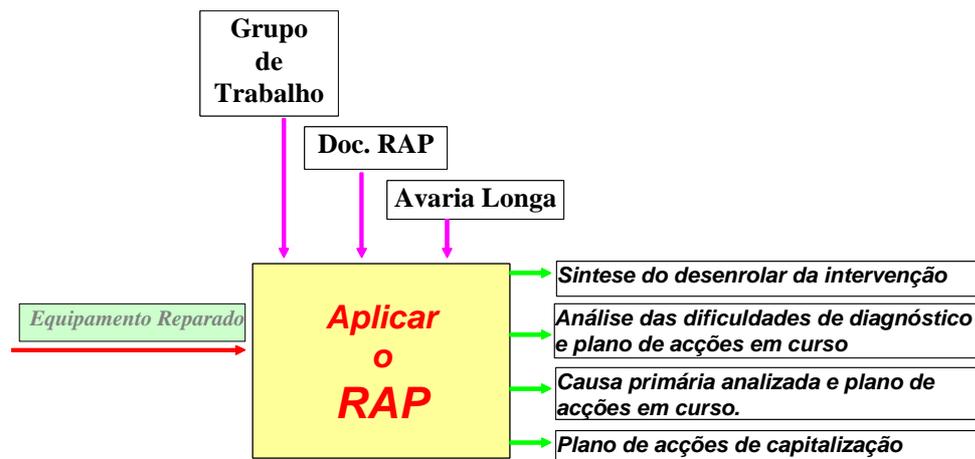


Fig 13: Técnica de aplicação do RAP

Podemos constatar na figura 13, de uma forma esquemática, a forma de proceder para que se possa aplicar a Técnica RAP.

O documento de trabalho, deve ser um Standard da empresa, mas estará sempre dividido em duas grandes partes: a **Fase da Intervenção** e **Fase de Análise**.

### 2.3.5 Método de trabalho

#### → Fase da intervenção

- a) **Informações gerais da avaria:** Identificação do equipamento que esteve em falha bem como das horas de início e fim da avaria, e outras informações que possamos considerar relevantes, equipa de trabalho, produção perdida, utilização de uma linha de substituição, etc.
- b) **Sintomas e dados da avaria:** Indicação do que não estava a funcionar na máquina, provocando a falha, descrevendo o estado físico em que se encontrava o equipamento (cilindro partido, falta de sinais, peça encravada,...).
- c) **Antecedentes:** Com a ajuda do operador tentar compreender a existência ou não de sinais indicativos da possível ocorrência da falha no equipamento antes desta se verificar (ruídos, fugas, rearmes frequentes,...) Indicação, caso tenham ocorrido, de paragens similares no mesmo equipamento ou outros idênticos e análise da existência ou não de Manutenção Preventiva para o equipamento e função em falha.
- d) **Quem detectou:** Com a ajuda dos operadores e dos profissionais da fabricação documentar todas as acções efectuadas antes de chamar os profissionais da manutenção, bem como os resultados dessas mesmas acções.
- e) **Manutenção:** Descrição, sob o ponto de vista da manutenção, de todas as acções efectuadas, hipóteses colocadas para essas mesmas acções, tempo de duração e resultados obtidos.
- f) **Resumo da avaria:** Apresentação de fotos, esquemas, layouts, etc, que ajudem a resumir claramente a avaria.

#### → Fase da análise

- g) **Análise dos tempos:** documentar os tempos da reparação, contemplando o tempo de resposta, tempo de diagnóstico, aprovisionamento de suplentes, reparação e rearranque. Identificar possíveis ganhos de tempos.
- h) **Plano de acções de organização:** Encontrar acções (responsável e prazo) que visam diminuir o mais possível as perdas de tempo mais penalizantes.
- i) **Procura da causa primária:** Utilizando a técnica de análise “porquê”, neste suporte RAP, na procura da causa primária que esteve na origem da falha.

- j) **Plano de acções de fiabilização:** Propor acções (responsável e prazo) com o objectivo de eliminar e erradicar a causa da falha do equipamento.
- k) **Capitalização:** Extensão das acções propostas a outros equipamentos similares, alterações ao plano de manutenção preventivo, criação de folhas de procedimento standard, aprovisionamento de ferramentas especiais (quando necessário) ou providenciar acções de formação.
- l) **Validação:** Validar o documento e acções propostas ao nível do chefe de serviços de manutenção e do responsável da fabricação.

## Síntese do Capítulo 2

As técnicas de análise de causas estão inerentes à colocação em prática de planos de acções correctivas com o objectivo de eliminar a causa primária da avaria ou falha no equipamento.

Todas as acções propostas devem ter em conta o seu custo de aplicação e o seu ganho potencial, mas ao serem completamente direccionadas para a causa primária, possibilitam-nos a eliminação do problema, ao contrário do que acontece quando concentramos os nossos esforços para os efeitos verificados na avaria onde apenas corrigimos de urgência a falha havendo grandes possibilidades de esta voltar a surgir.

Todas estas técnicas de análise requerem formação e treino na sua aplicação e colocação em prática, sendo essa formação prática e quotidiana o principal motor da sua performance na empresa.

De uma forma mais abrangente dizemos então que:

*“Não basta que a Manutenção seja eficaz, é necessário que ela seja também eficiente”.*

# Eficiência e qualidade na manutenção

## *Objectivos Específicos*

No final do capítulo os formandos devem ser capazes de:

- Utilizar rácios indicadores.
- Estabelecer limites técnico – económicos em manutenção

## 3 Eficiência e qualidade na manutenção

### 3.1 Eficiência

São vários os factores que influenciam a eficiência da manutenção.

Alguns destes são exteriores ao serviço, ex.:

- Organização da empresa.
- Organização da produção.

e outros são da sua competência, ex.:

- Organização da manutenção.
- Competência e motivação do pessoal.
- Disponibilidade dos materiais e peças de reserva.
- Meios oficiais de apoio.

Uma manutenção eficiente traduz-se em:

- Aumento da disponibilidade dos equipamentos.
- Aumento da vida dos equipamentos.
- Melhoria qualitativa e quantitativa da produção.
- Diminuição dos custos da manutenção.
- Melhoria da segurança das instalações.

### 3.2 Componentes da eficiência

As componentes que integram a eficiência de um equipamento, são as seguintes:

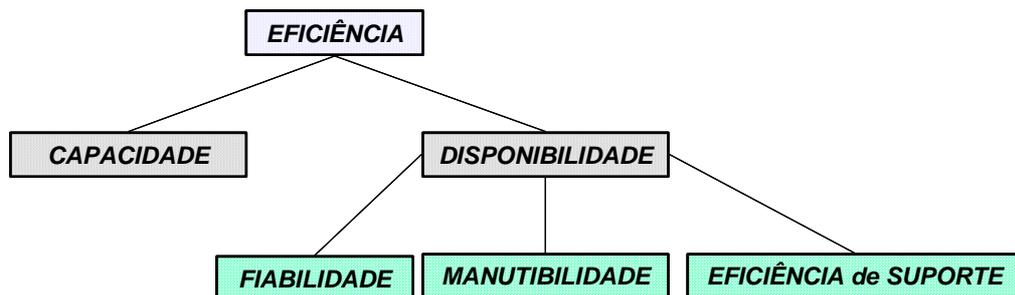


Fig 14: Componentes da eficiência

Como podemos verificar na figura 17, cada componente tem uma fiabilidade que lhe é característica. Pela conjugação das fiabilidades dos componentes podemos determinar a fiabilidade dos sistemas ou subsistemas.

### 3.3 Rácios e indicadores

Um rácio ou indicador de gestão é uma relação racional e significativa do valor de dois elementos característicos da gestão da empresa. Para a utilização destes indicadores é imperativo ter em linha de conta os seguintes pontos:

➤ **Utilidade**

Os indicadores devem ser necessários e adequados ao processo de controlo utilizado.

➤ **Clareza**

Os indicadores devem ser fáceis de entender por pessoas com formação e cultura daquelas a quem se destinam.

➤ **Fidelidade**

Os indicadores devem reproduzir com fidelidade e rigor a situação que se pretende controlar.

➤ **Sensibilidade**

Os indicadores devem reagir com a necessária rapidez às variações do contexto que estão a aferir.

➤ **Unicidade**

Para cada situação a avaliar deve haver um único indicador de modo a evitar conflitos ou incertezas.

➤ **Hierarquização**

Cada responsável deve ter apenas os indicadores que respeitem à área que dirige.

➤ **Complementaridade**

Os indicadores devem completar-se e cobrir toda a actividade de manutenção.

### 3.3.1 Indicadores técnicos

#### 1) Rácio de utilização de mão-de-obra

$$\frac{\text{Total de horas-homem orçamentadas para as tarefas}}{\text{Total de horas-homem dispendidas nas mesmas tarefas}}$$

Este rácio só pode ser utilizado quando existe standards que permitam uma fixação prévia das tarefas.

#### 2) Rácio de disponibilidade do equipamento

$$\frac{\text{Horas de funcionamento}}{\text{Horas de funcionamento + Tempo de paragem para manutenção}}$$

Interessa analisar este rácio com o valor das perdas de produção devidas a paragens dos equipamentos

#### 3) Rácio do grau de planeamento (Manutenção de Emergência)

$$\frac{\text{Total de horas de paragem}}{\text{Total de horas de manutenção}}$$

#### 4) Rácio da qualidade do serviço

$$\frac{\text{Horas directas totais de manutenção}}{\text{Horas directas de produção}}$$

Se este rácio aumentar com o tempo, indica que o equipamento exige um maior serviço de manutenção.

### 3.3.2 Indicadores económicos

#### 1) Impacto da manutenção no custo dos artigos produzidos

$$\frac{\text{Custo de manutenção}}{\text{Custo total de produção}}$$

Dá a indicação de como a manutenção influi no fabrico dos produtos produzidos.

#### 2) Influência sobre o produto

$$\frac{\text{Custo de manutenção}}{\text{Total de produção}}$$

Este indicador define o volume económico de trabalho de manutenção.

#### 3) Política de utilização dos trabalhos de subcontratação

$$\frac{\text{Custo dos trabalhos de subcontratação}}{\text{Custo total de manutenção}}$$

#### 4) Rácio do custo horário de manutenção

$$\frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Custo de horas de manutenção utilizadas}}$$

Este rácio dá-nos informação da justificação ou não da subcontratação.

**5) Custo global da manutenção**

$$\frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Custos totais da empresa}}$$

**6) Incidência da manutenção**

$$\frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{Valor acrescentado}}$$

**7) Taxa de manutenção preventiva**

$$\frac{\text{Custo total de manutenção preventiva}}{\text{Custo total de manutenção}}$$

**8) Taxa de manutenção de emergência**

$$\frac{\text{Custo total de manutenção de emergência}}{\text{Custo total de manutenção}}$$

**9) Custo médio de avaria**

$$\frac{\text{Custo total de manutenção de emergência}}{\text{Número de avarias}}$$

**10) Rotação de stocks**

$$\frac{\text{Valor do movimento anual}}{\text{Valor médio das existências}}$$

### 3.4 Formação do pessoal de manutenção

A formação do pessoal de manutenção deve obedecer a determinados princípios de modo a prover as pessoas com uma formação e treino polivalentes. A formação para o pessoal de manutenção deve ser distribuída pelos seguintes níveis:

➤ Formação técnica de base

Capaz de proporcionar qualificação profissional em matérias como a mecânica, electricidade, electrónica, hidráulica, pneumática, etc. É uma formação efectuada pelas escolas profissionais ( ou nos cursos técnico - profissionais ao nível do ensino secundário) ou em programas de aprendizagem.

➤ Formação geral sobre manutenção

Complementa a formação técnica de base com o conhecimento operativo dos conceitos, técnicas e meios próprios da manutenção. Sempre que possível, é uma vantagem quando feita na própria empresa de modo a proporcionar desde logo uma ligação à realidade que o pessoal vai encontrar.

➤ Formação específica em manutenção

Aprofundar conhecimentos em domínios específicos como o das técnicas de manutenção preventiva e condicionada, de diagnóstico e resolução de avarias ou estudar em detalhe algum equipamento sob o ponto de vista do seu funcionamento e da sua manutenção.

➤ Formação de chefias de manutenção

Associa um conhecimento mais aprofundado das técnicas de manutenção e suas funções de apoio a uma formação básica em técnicas de chefia.

➤ Formação em gestão da manutenção

Destinada às chefias superiores da manutenção. Esta formação alarga o âmbito dos conhecimentos do domínio puramente técnico para o da gestão dos recursos (humanos, materiais, financeiros, etc.) da organização e dos sistemas de informações.

### 3.5 Subcontratação em manutenção

A subcontratação em manutenção pode ser entendida como a transferência, para uma entidade exterior, da responsabilidade pela execução, total ou parcial, de actividades relacionadas com o programa de manutenção de uma empresa.

Também se deve ter em conta a evolução do mercado de prestação de serviços de manutenção, com o aparecimento de empresas com capacidade técnica e com serviços de qualidade, susceptíveis de inspirarem confiança nos seus utilizadores.

A decisão de subcontratar alguma actividade deve ser precedida de uma ponderação das razões que a justificam, das vantagens e inconvenientes, da selecção de melhores alternativas.

As razões que levam a optar pela subcontratação incluem:

- A manutenção é, em muitos casos, uma actividade muito afastada dos objectivos da empresa, pelo que não se justifica investir nessa actividade (Hotéis, Hospitais, etc.).

- A manutenção de alguns equipamentos e sistemas (sobretudo os de tecnologia mais avançada) requer pessoal muito especializado e equipamentos muito dispendiosos, que as empresas de menor dimensão não estão em condições de rentabilizar.
- Alguns trabalhos de manutenção têm frequências de realização tão baixas que não permitiriam manter em actividade permanente uma equipa que a elas se dedicasse em exclusivo.
- Quando a actividade de manutenção tem uma sazonalidade muito nítida ou picos muito acentuados, pode ser necessário recorrer, temporariamente, a entidades externas para conseguir completar essas tarefas, dentro dos prazos previstos (grandes revisões em paragens anuais).
- Algumas tarefas menos frequentes podem ser executadas com maior rendimento e eficiência por pessoal externo que as execute de uma forma rotineira.

O principal argumento à subcontratação é o custo elevado e em alguns casos a escolha da entidade adequada à realização do trabalho que se pretende. No entanto podemos apontar outros argumentos desfavoráveis:

- O clima laboral da empresa pode ser afectado se os trabalhadores da empresa não entenderem as razões da subcontratação.
- A subcontratação não consegue substituir a equipa de manutenção da empresa, já que esta terá sempre que garantir o acompanhamento do equipamento em todo o tempo.

- Dificuldades em garantir a presença das equipas de manutenção no momento em que realmente são necessárias. A solução passa pelo planeamento e programação de forma atempada das necessidades de manutenção e pelo controlo apertado da realização do trabalho.

Atendendo às vantagens e inconvenientes, as áreas preferenciais de aplicação da subcontratação são:

- **Segurança**

A segurança de instalações tende cada vez mais a ser entregue a empresas especializadas que não só prestam o serviço como também podem estudar, preparar e instalar sistemas de protecção.

- **Conservação e limpeza**

A conservação, limpeza e beneficiação de edifícios e vias de acesso pode ser adjudicada a empresas especializadas que dispõem de meios, que não é, normalmente, justificável que a empresa os adquira.

- **Renovação, reconstrução e modificação**

Estas são actividades pouco frequentes para as quais a empresa não dispõe de recursos para as efectuar.

- **Calibração**

A calibração de ferramentas e instrumentos de medida e de análise requer técnicos e equipamentos muito especializados que só é possível encontrar em laboratórios especializados.

➤ **Ensaios e análises**

Existe um vasto conjunto de ensaios e análises que apenas podem ser feitos em laboratórios especializados.

➤ **Formação e consultoria**

Cada vez mais as empresas recorrem ao exterior para formar o pessoal, ou para solicitarem conselhos e orientações em áreas específicas como a manutenção.

➤ **Manutenção condicionada**

Este tipo de manutenção obriga, em geral, à aplicação de aparelhagem complexa e bastante dispendiosa, difícil de rentabilizar, exceptuando as empresas de grande dimensão em que se justifica do ponto de vista económico a aquisição de tal aparelhagem. Muitas das empresas subcontratam este tipo de manutenção (medição e análise de vibrações, análise de óleos lubrificantes, termografia, etc.).

➤ **Revisão geral**

Para empresas que laboram continuamente, apenas parando uma vez por ano, é frequente recorrer-se a empresas especializadas em manutenção industrial habilitadas para executarem uma revisão geral a todo o equipamento e instalações da empresa.

➤ **Reparação de avarias**

A reparação de equipamentos portáteis pode ser efectuada nas instalações de firmas especializadas na sua reparação, ou então essas firmas podem deslocar equipas à empresa para a reparação de equipamentos fixos.

### 3.5.1 Contratos de manutenção

Toda a manutenção contratada deve ser objecto de um contracto que defina, claramente, os direitos e deveres de ambas as partes e as penalizações por incumprimento.

Um contrato de manutenção deve mencionar os seguintes pontos:

➤ **Objecto**

- 1) Definição da actividade pretendida.
- 2) Definição do sistema ou equipamento a intervir
- 3) Local onde vai ser feito o trabalho.
- 4) Condições de aceitação.

➤ **Padrões**

- 1) Referência a padrões de trabalho, para avaliação objectiva da qualidade do trabalho realizado.

➤ **Recursos**

- 1) Identificação clara dos responsáveis pelos recursos necessários à realização dos trabalhos.

➤ **Prazos**

- 1) Datas previstas para o início e conclusão dos trabalhos (datas intercalares de controlo, tolerâncias, etc.).

➤ **Preços**

- 1) Definição dos preços a pagar pelos serviços.
- 2) Definição das condições de pagamento, prazos, etc.

➤ **Garantias**

- 1) Definição das condições e prazos em que o subcontratado se obriga a corrigir as deficiências imputáveis ao trabalho efectuado.

➤ **Responsabilidade**

- 1) Definição das responsabilidades de cada uma das partes (uma em relação à outra).

➤ **Penalizações**

- 1) Definição das penalizações a aplicar a cada uma das partes em caso de falta de cumprimento das obrigações contratuais, e indemnizações a aplicar.

### 3.5.2 Selecção das empresas a subcontratar

Um dos aspectos importantes na subcontratação é a escolha da empresa a subcontratar. A escolha deve considerar os seguintes aspectos:

- 1) Experiência
- 2) Capacidade de resposta.
- 3) Credibilidade.
- 4) Disponibilidade.
- 5) Custos.

Ao definir a estratégia de subcontratação a empresa deverá assegurar os seguintes aspectos:

- A empresa deve manter um serviço de manutenção próprio que coordene as necessidades de manutenção e assegure a elaboração dos contratos. Este serviço deve estar equipado de meios para assegurar um serviço mínimo de assistência ao equipamento, bem como coordenar e controlar os trabalhos subcontratados.
- O aumento da manutenção subcontratada irá provocar uma mudança estrutural na função manutenção implicando o crescimento qualitativo e quantitativo da componente técnica e de gestão; componentes dos **Métodos** e **Programação**, subcontratando a **Execução**.
- Cabe à empresa definir os métodos de manutenção a aplicar no seu equipamento, quer seja através dos seus próprios meios ou através da subcontratação de trabalhos.

### 3.6 Planeamento e controlo da manutenção

No contexto de gestão da manutenção convém distinguir entre os conceitos de **Planeamento** e de **Programação**.

No **Planeamento** dispõe-se a organização da manutenção, efectuada com antecedência, através de planos que define a sequência das acções para um determinado período. Do planeamento fazem parte as rotinas, os trabalhos sistemáticos e pedidos de alteração incluindo uma previsão dos recursos necessários para os efectuar.

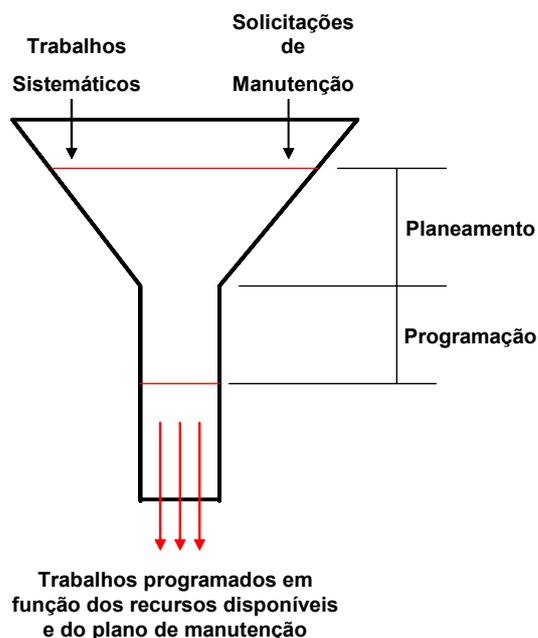


Fig 15: Planeamento e programação

Na **Programação** define-se o programa efectivo de execução de várias intervenções de manutenção em função das indicações do planeamento, da análise da disponibilidade dos recursos necessários e do **Plano de Produção**.

No **Planeamento** sabe-se o que se deveria fazer, quando, como, e com que meios; na **Programação** define-se o que se vai fazer, quando, como e com que meios disponíveis para o fazer.

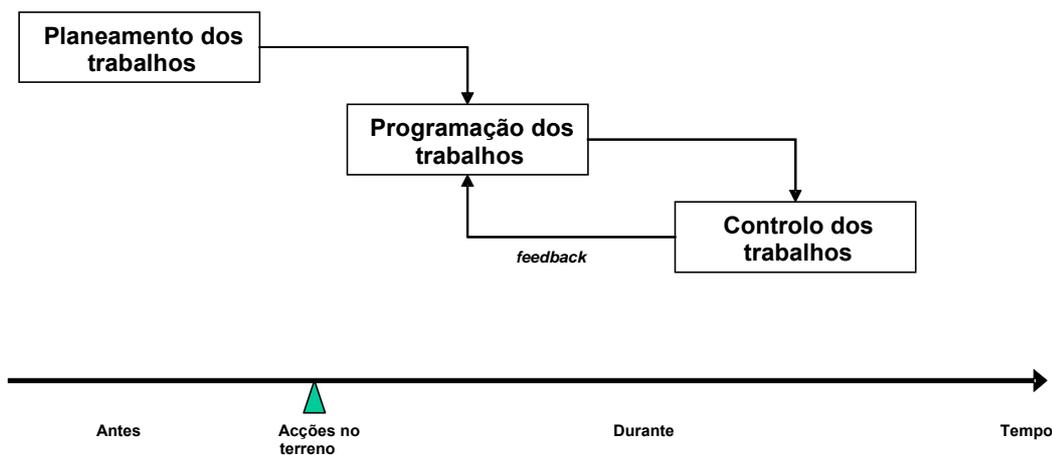


Fig 16: Planeamento e programação ao longo do tempo

Na sua análise ao planeamento o gestor de manutenção tem a possibilidade de observar:

- Os trabalhos a realizar, bem como a definição de prioridades de intervenção (ou de reparação).
- As necessidades de peças, materiais e ferramentas adequadas à execução dos trabalhos.
- As necessidades de recursos humanos.

### 3.6.1 A necessidade de planear a manutenção

Pode-se apontar um grande número de motivos para implementar um sistema de planeamento e controlo da manutenção. O mais importante talvez seja a necessidade de **reduzir os custos da não - manutenção**, resultado das avarias imprevistas, de situações totalmente incontroláveis e de longos tempos não produtivos.

Ao longo dos últimos tempos a indústria tem-se apercebido que, apesar do planeamento e controlo da manutenção representar um custo adicional, este é sem dúvida o único factor de incerteza em relação à

disponibilidade do equipamento. Outras razões contribuiram decisivamente para a introdução do planeamento na manutenção.

Estas são:

- A crescente introdução de equipamentos mais sofisticados que requer da manutenção cada vez mais uma mão-de-obra qualificada.
- O aumento dos custos de manutenção resultante do agravamento dos custos de mão-de-obra, materiais e peças de reserva.
- Tendência para a aplicação de componentes não reparáveis.
- Aumento dos níveis de produtividade em empresas com elevado grau de automação e consequentemente elevados custos de paragem.
- Perda de flexibilidade na operação de empresas de laboração contínua.

#### **Vantagens do planeamento:**

- Redução dos tempos de paragem.
- Racionalização dos equipamentos e peças de reserva.
- Aperfeiçoamento do pessoal e melhor utilização da mão-de-obra.
- Maior duração do equipamento.
- Favorece o controlo fiável de custos, a criação de orçamentos e a redução dos custos.
- Aumenta os intervalos entre falhas (MTBF).

- Fornece informações relativas às considerações de substituição do equipamento.

### 3.6.2 Qualidade em manutenção

Quando falamos em Qualidade na Manutenção, temos que considerar os factores que a influenciam, como sejam: os tempos de reparação, duração entre falhas, a normalização das existências e procedimentos, peças de reserva existentes em armazém, stocks mínimos, etc.

As diversas áreas de influência desses factores são também consideradas: equipamentos, organização e recursos humanos, ver figura 17.

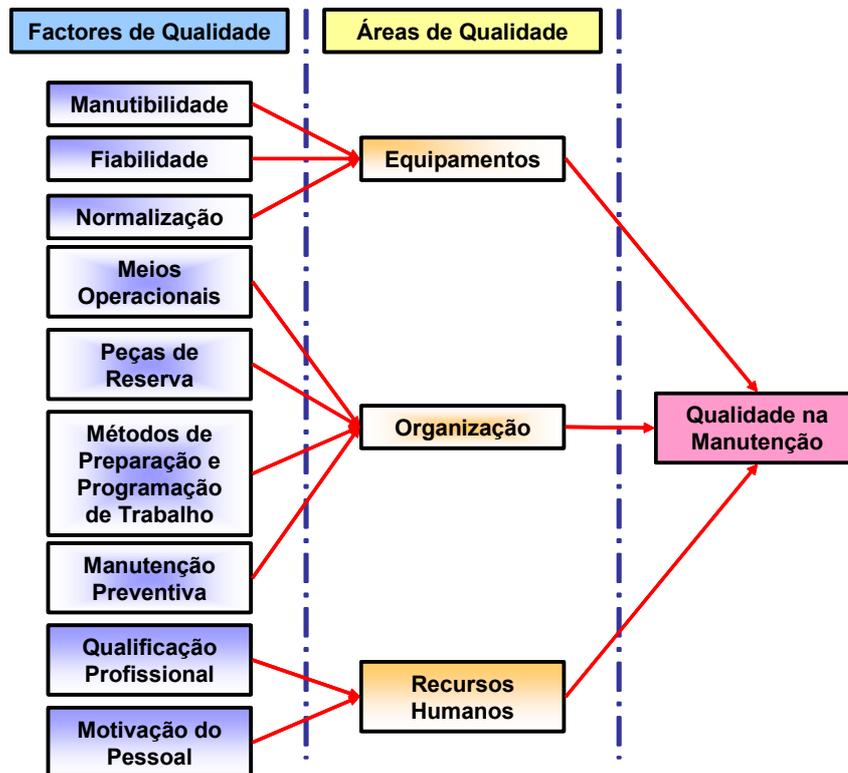


Fig 17: Factores e áreas de qualidade

+

### 3.6.3 Os limites económicos à qualidade

Ao implementar e desenvolver uma política de qualidade da manutenção deverá ter-se atenção que a qualidade tem custos que impõem limites económicos.

Na figura 18 facilmente verificamos a inversa proporcionalidade entre o custo da perda de produção e o custo da Manutenção.

Para um custo mínimo da função Manutenção, é certo que teremos enormes custos com a perda de produção e baixa disponibilidade dos equipamentos, assim como com grandes custos de Manutenção conseguimos reduzir os custos da perda de produção e aumentando a disponibilidade dos equipamentos.

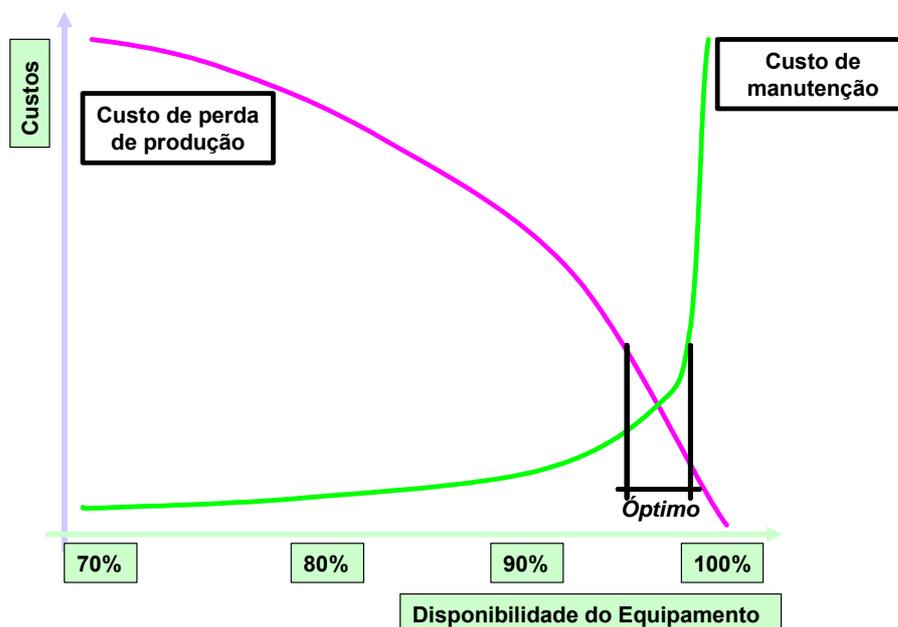


Fig 18: Balanço entre os custos de perda de produção e os custos de manutenção

O grande desafio da política de Manutenção de uma empresa é encontrar um ponto de equilíbrio óptimo entre os baixos custos de

Manutenção e os menores custos da perda de produção, combinando estes dois factores de forma a assegurar uma disponibilidade do equipamento próxima dos 100%.

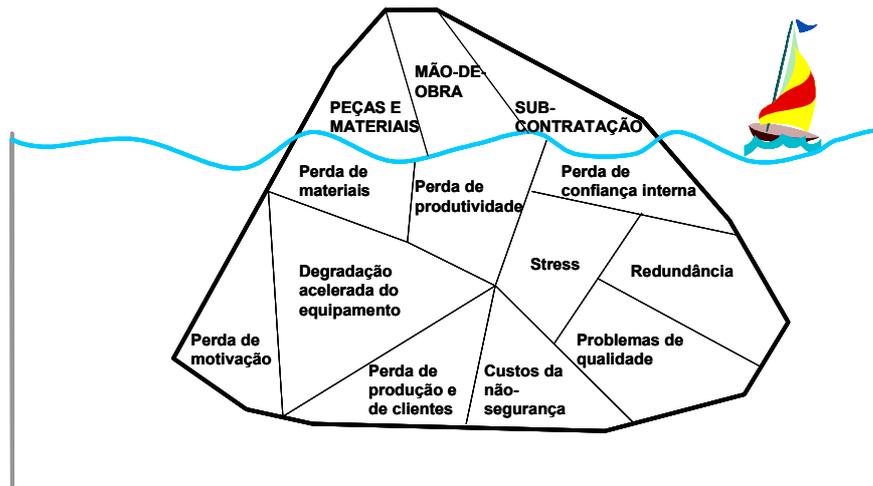


Fig 19: Iceberg de custos

Os custos da função Manutenção são em parte associados aos aspectos que são visíveis, ver figura 19. Os custos que estão escondidos por detrás de uma organização são regra geral postos de lado e minimizados, sendo eles o grande “suporte” dos custos que são visíveis para todos.

### Síntese do Capítulo 3

À luz de todos os avisos, ideias, resumos evocados anteriormente, é difícil dar bons conselhos para a realização de uma manutenção eficiente em todos os casos, dado que cada grupo industrial possui particularidades próprias.

Contudo, pode-se recordar “o que não se deve fazer nem pensar”.

No plano da subcontratação:

- a) Considerar que somos os melhores e que conseqüentemente, as empresas de serviços não irão trazer nada de novo.
- b) Aceitar o contrato mais simples com o pretexto de gastar o mínimo.
- c) Acreditar que se é tão eficaz na tarefa fundamental da empresa como na da manutenção.
- d) Considerar que o efectivo da empresa é intocável e que a subcontratação é impossível.

No plano pessoal:

- a) Considerar a manutenção como a “5ª roda da carruagem” e destinar-lhe os efectivos que a empresa não sabe onde colocar.
- b) Considerar que a eficiência dos profissionais de manutenção é apenas fruto da experiência.
- c) Não considerar a manutenção uma passagem obrigatória para todos os novos colaboradores que irão fazer carreira noutros departamentos.
- d) Calcular as despesas de manutenção pelos efectivos utilizados, não tendo em conta o serviço prestado.

No plano da gestão:

- a) Considerar que os custos de manutenção se resumem à acumulação das despesas de mão-de-obra e peças de reserva.
- b) Recusar a hipótese dos custos externos serem inferiores aos custos internos.
- c) Reduzir as despesas directas de manutenção sob o pretexto de estas serem elevadas, sem comparar os serviços com o custo da não disponibilidade dos equipamentos.

No plano das ferramentas e métodos:

- a) Pensar que a manutenção não precisa de métodos estruturados para melhorar a sua eficiência.

- b) Considerar que quaisquer que sejam os documentos técnicos fornecidos, a manutenção não terá problemas em pôr o equipamento a funcionar e garantir a sua disponibilidade / custos.
- c) Não implementar um sistema de acompanhamento dos incidentes nem uma análise das anomalias de funcionamento dos equipamentos em produção.
- d) Considerar que as ferramentas de manutenção se resumem a “chaves de parafusos, paquímetros, etc.”.
- e) Considerar que o construtor deve ter sempre razão.

*“Não há vento favorável para aqueles que não sabem para onde vão.”*

# Custos e stocks em manutenção

## *Objectivos Específicos*

No final do capítulo os formandos devem ser capazes de:

- Compreender a interacção disponibilidade – stocks – custos

## 4 Gestão de stocks em manutenção

### 4.1 Introdução

O êxito de um programa de manutenção depende muitas vezes da existência em stock de peças de reserva e materiais. O problema coloca-se com maior importância em situações de paragem acidental (não prevista) onde a indisponibilidade de um dado sobressalente pode implicar elevadas perdas de produção. Na manutenção, a gestão dos trabalhos e a gestão das peças e materiais estão intimamente ligadas e para que possamos ter uma boa manutenção é necessário assegurar uma boa retaguarda de **Gestão de stocks**.

Se para as existências gerais (óleos, massas lubrificantes, fusíveis, etc.) é possível aplicar os tradicionais modelos de gestão, baseados numa procura previsível e repetitiva, mas para as peças de reserva (componentes específicos, elementos, módulos de equipamentos, etc.), dada a particularidade dos consumos (aleatórios), estes modelos são de difícil aplicação.

O sistema de gestão de stocks de materiais a utilizar pela manutenção deve um nível de stock (máximo e mínimo) de forma a fornecer um aceitável serviço e disponibilidade ao mais baixo custo, tendo em conta os custos de ruptura (ausência dos materiais) bem como os custos adicionais devidos aos excessos de inventário (demasiadas referências, capital imobilizado em stock, organização dos armazéns, custos de materiais obsoletos, etc.).

## 4.2 Sistema de gestão de stocks

Qualquer sistema de gestão de stocks deve ter em conta determinados parâmetros, dos quais se evidenciam:

- Quais as peças de reserva a manter em stock, tendo em conta a sua importância no sistema produtivo.
- Que quantidades manter em stock para cada artigo ( e qual deverá ser o **Stock de Segurança (SS)** em função do nível de serviço, tendo em conta os prazos de entrega por parte dos fornecedores e os consumos.
- Ponto de encomenda (o nível de inventário em que se deverá desencadear uma nova encomenda de materiais), tendo em conta os gastos e o prazo de entrega).
- Quantidade a encomendar (de modo a repor o stock máximo). Normalmente definida pelo método da **Quantidade Económica de Encomenda (QEE)**. A QEE é normalmente fixa podendo variar os intervalos de encomendas.
- Stock máximo (quantidade máxima a manter em stock em qualquer circunstância).

- Stock mínimo (a menor quantidade a ter em stock de modo a evitar paragens no equipamento por falta de materiais ou peças de reserva). O stock mínimo é igual a zero se não se estiver a manter qualquer SS.

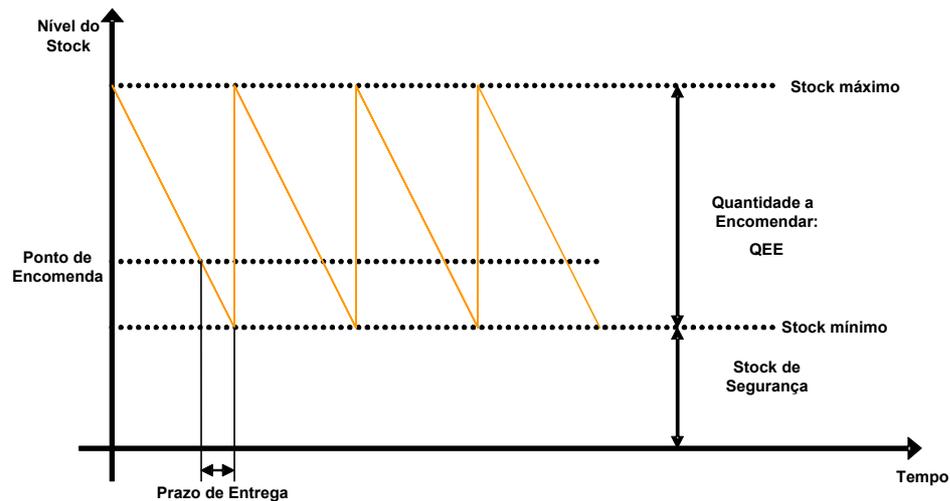


Fig 20: Ponto de encomenda

A figura 20 mostra o compromisso que deve haver entre os stocks mínimos e máximos, bem como a relação que deve ser tida em conta entre o ponto de encomenda e o prazo de entrega do fornecedor.

A gestão de stocks em manutenção deverá também desenvolver esforços de melhoria em áreas importantes, como por exemplo:

- Procura de materiais e peças de reserva – facilidade de encontrar as peças no momento certo de forma a evitar perdas de tempo na procura de artigos que podem nem estar na fábrica.
- Relacionamento peça / equipamento – saber responder a questões como: que peças usa este equipamento? Que equipamentos usam esta peça?

- Controlo das quantidades mantidas em stock e do fluxo de entradas e saídas. Este controlo pode ser facilitado através da aplicação de meios informáticos, como sejam os softwares de gestão dos aprovisionamentos e os códigos de barras.
- Rápida referênciação dos fornecedores – contacto rápido com fornecedores das diferentes peças mantidas em stock.

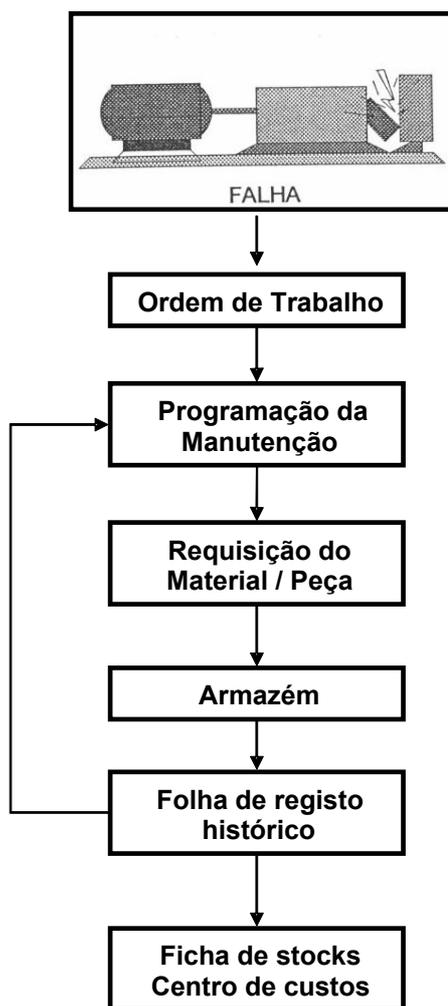


Fig 21: Desencadeamento de uma necessidade de material / peça de reserva

### 4.3 Classificação dos materiais utilizados pela manutenção

Os materiais usados pelo serviço de manutenção podem ser classificados em 4 categorias:

- **Peças de reserva ou sobressalentes** – Sobressalentes e materiais necessários aos trabalhos previstos no programa de manutenção. Sobressalentes necessários à reposição em funcionamento de equipamento, vitais à produção, cuja paragem não tenha sido planeada.
- **Existências gerais** – Inclui materiais como válvulas, tubos, cabos eléctricos, etc.
- **Consumíveis** – Inclui artigos como porcas, juntas, anilhas, óleos, massas, materiais de limpeza, etc.
- **Ferramentas, instrumentação e equipamentos de apoio à manutenção** – Inclui as ferramentas, os utensílios, os instrumentos usados na actividade de manutenção em equipamentos de apoio (máquinas de soldar, máquinas de corte, etc.).

São as peças de reserva que, quer pelos seus elevados custos, quer pela forma como afectam a disponibilidade e manutibilidade dos equipamentos, mais contribuem para o êxito de um programa de manutenção. Impõem-se portanto a necessidade de encontrar um compromisso entre elevados níveis de stocks (favorecendo a disponibilidade e a segurança mas agravando os custos) e reduzidos níveis de stocks (favorecendo a redução de custos mas prejudicando a disponibilidade e a segurança).

Torna-se importante referir o papel que a **Normalização** poderá desempenhar na redução de stocks (diminuindo o numero de

fornecedores e a dependência deles) bem como na standardização de procedimentos de manutenção.

#### 4.4 A importância dos materiais e dos stocks em manutenção

Na manutenção, em média, o custo das peças de reserva não anda longe dos 40% dos custos totais da operação manutenção.

*“Não dispor na altura certa de um simples componente, de custo insignificante, pode imobilizar uma linha que rende milhares de euros / hora”.*

Manter peças em armazém tem custos:

O valor do imobilizado (valor que poderia estar a render e não está), os gastos na conservação do que existe e na condenação do que se degradou ou tornou obsoleto, etc...

##### 4.4.1 Objectivos operacionais da gestão de materiais

- Gerir as peças sem as ter (necessariamente) em armazém.
- Relacionar os componentes com os equipamentos onde se utilizam e identifica-los correctamente.
- Encontrar rapidamente e de forma eficaz o componente de que necessitamos entre muitas existências.
- Resistir ao crescimento descontrolado com base em decisões económicas / operacionais.

Reconhecidas que estão as particularidades da gestão dos materiais de manutenção, estamos em posição de sintetizar, de forma realista, os objectivos práticos que devem nortear tal gestão:

#### **4.4.1.1 Objectivos financeiros**

- Libertar informação financeira rigorosa para a gestão da empresa.
- Reduzir o imobilizado em armazém.
- Identificar e condenar os “monos” com decisão económica e técnica.
- Saber, a todo o momento, o que se tem, quanto vale e onde está.

#### **4.4.1.2 Objectivos operacionais**

- Dispor dos materiais necessários nas oportunidades certas e perfeitamente identificados (empresa / fornecedor).
- Não perder tempo à procura (critérios de designação e arrumação) em armazém.
- Dispor de imputação correcta dos consumos.
- Conhecer a verdadeira situação do stock face às exigências (stock mínimo).

#### **4.4.1.3 Objectivos Motivacionais**

- O armazém de peças como espelho da manutenção baseado na realidade cliente / fornecedor.
- Motivação dos técnicos.

#### 4.5 Modelos de gestão

Na definição de modelos (métodos) de gestão a aplicar às peças de reserva e determinados materiais utilizados em manutenção há que levar em consideração determinadas informações:

- Consumos históricos.
- Prazos de entrega a atrasos nas entregas.
- Possibilidade de normalização.
- Intermutabilidade de peças entre vários componentes.
- Custo provocado pela falta do material.
- Custo do material e custo da sua posse.
- Possibilidade da execução interna dos materiais e peças de reserva.
- Sugestões do fabricante relativamente às quantidades de peças e materiais a manter em stock.

A decisão de manter ou não em stock um determinado artigo pode ser tomada comparando o custo de posse do artigo com o custo da provável perda de produção provocada pela sua ausência.

A Normalização dos componentes e elementos que constituem os equipamentos pode reduzir as quantidades a manter em stock, reduzindo os custos de posse e os eventuais tempos de imobilização. Por aqui se pode entender por que é que **a manutenção deve começar nas fases de projecto**, ao alertar para a necessidade da normalização dos componentes utilizados nos equipamentos.

### 4.6 Análise A/B/C ou Pareto 80/20

Quando se pretende efectuar uma eficiente gestão de stocks deve utilizar-se a análise ABC (curva de Pareto) aplicada às existências.

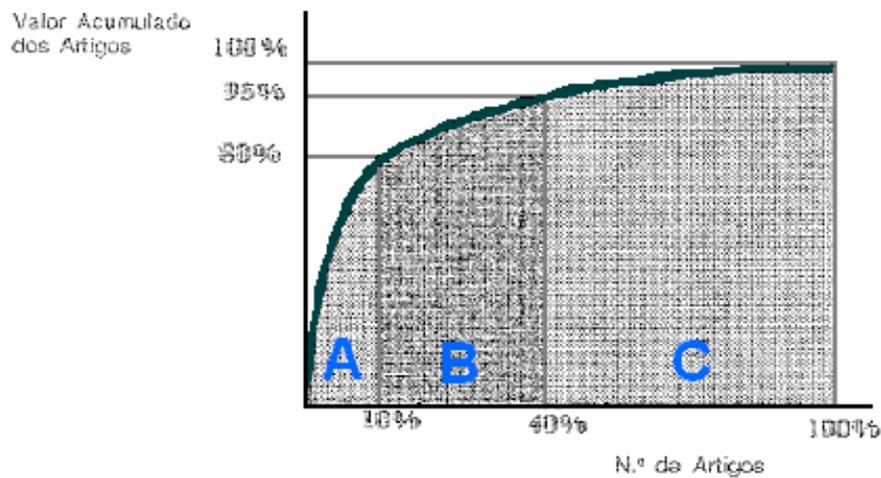


Fig 22: Curva ABC de Pareto

De uma forma geral este tipo de distribuição que se apresenta no gráfico é de aplicação universal às existências de um armazém e mostra que cerca de 10% dos artigos existentes são responsáveis por cerca de 80% do valor total das existências, o que significa que é sobre este grupo de artigos que se torna mais imperiosa e necessária uma vigilância rigorosa e ao qual a gestão deverá dar prioridade no seu esforço de controlo e contenção de stocks.

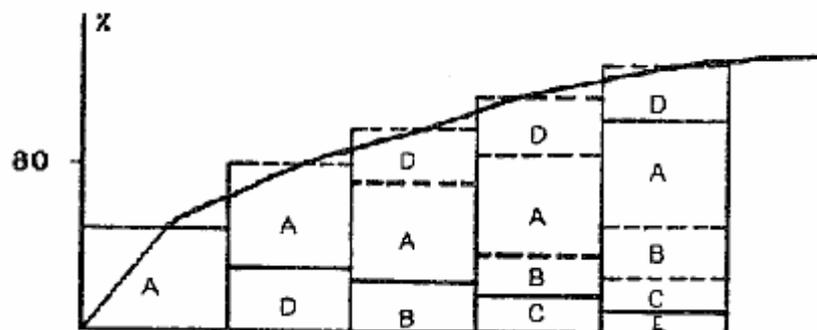


Fig 23: Pareto 80 / 20

Diferentes prioridades de gestão devem então ser aplicadas aos artigos de cada um dos grupos A, B ou C, dado que o seu peso nos custos é muito diferenciado. Assim deve ser feito um exame mais frequente e rigoroso aos artigos do grupo A, enquanto que para o grupo B o exame periódico pode ser menos rigoroso e mais espaçado e ainda mais grosseiro e alargado no tempo para o grupo C.

Quando se pretendam efectuar previsões de consumo com vista a uma eventual redução do stock, o trabalho de análise para os artigos do grupo A é relativamente rápido pois são apenas cerca de 10% do total dos artigos e é também o mais rentável pois permite cobrir 80% do valor total dos stocks. Já para o grupo B, por exemplo, esta mesma análise envolveria cerca de 30% dos artigos, o que exigiria um trabalho mais demorado e de maior custo, cobrindo apenas 15% do valor total dos stocks. Razões da mesma natureza se aplicam ao grupo C, pelo que neste grupo são admissíveis análises menos frequentes e mais grosseiras.

Do mesmo modo e com o mesmo tipo de prioridades se deverá proceder aos cálculos e tratamento das quantidades económicas a encomendar, pontos de encomenda, etc., devendo todos esses cálculos ser efectuados com maior rigor nos artigos do grupo A, onde o impacto económico é substancialmente maior.

#### 4.7 A normalização

Hoje em dia, devido ao grau de sofisticação cada vez maior dos equipamentos, sistemas e tecnologias associadas à maior oferta do mercado, maior é a importância que a normalização ocupa na função manutenção.

Embora os princípios da normalização se encontrem mais facilmente aplicados em indústrias que trabalham com equipamentos semelhantes, onde é mais fácil optar por um modelo único, mesmo em indústrias de

processos de fabrico bastante individualizados, é sempre possível normalizar algumas unidades auxiliares (comuns entre equipamentos) como por exemplo: motores eléctricos, rolamentos, correias de transmissão, fontes de alimentação, etc. Desta forma é possível a redução das quantidades em stock, melhorando a qualidade do serviço de manutenção e reduzindo os custos.

A normalização possibilita:

- Simplificação na selecção dos equipamentos.
- Redução do tipo, variedade e números de artigos em stock.
- Eliminação de duplicações desnecessárias.
- Uma melhoria da manutibilidade.
- A redução das grandes variedades de componentes existentes em stock, bem como o número de fornecedores.
- A intermutabilidade de peças entre vários equipamentos.
- Redução dos tipos de ferramentas de manutenção.

#### **4.8 Função aprovisionamento**

A função aprovisionamento dos artigos de manutenção deve ter como objectivo o fornecimento dos artigos adquiridos no exterior, de forma adequada à utilização a que se destinam, nas quantidades necessárias, nos prazos previstos e de modo a que tenham um custo total mínimo (ver figura 24).

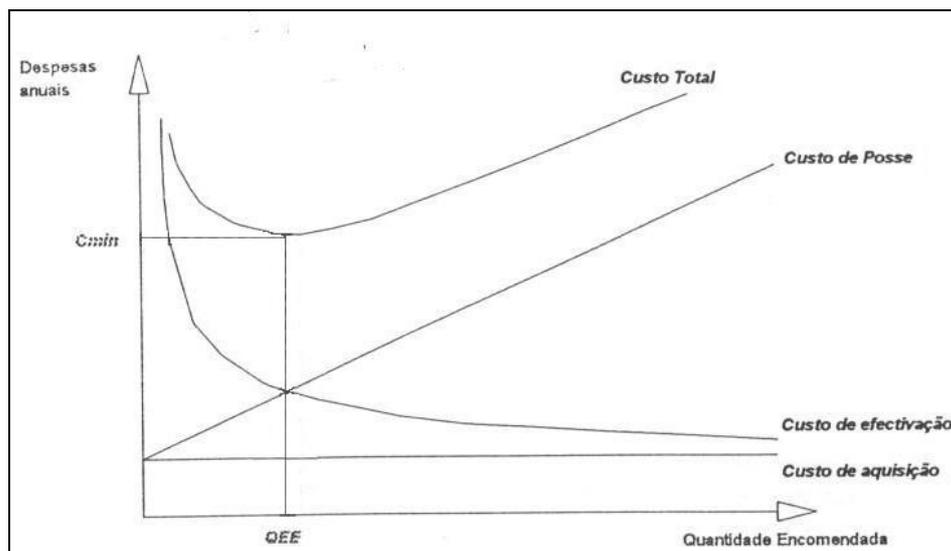


Fig 24: Custos de stock

O aprovisionamento compreende as seguintes actividades:

➤ **Operações de compra**

- escolha do fornecedor
- negociações dos preços, descontos, etc.

➤ **Funções de gestão**

- gestão material: preocupação com a parte física dos artigos em stock, nomeadamente com as condições de ambiente e manutenção.
- gestão administrativa: relacionada com os aspectos burocráticos dos aprovisionamentos.
- gestão económica: preocupação de atingir os custos mínimos na compra e no fornecimento, garantir a máxima disponibilidade de artigos aos custos mínimos e determinar as quantidades económicas de compra (QEE – Quantidade Económica de Encomenda).

➤ **Operações de recepção qualitativa e quantitativa**

- verificação das encomendas de modo a que se assegure coerência entre as quantidades / qualidades encomendadas e as recebidas.

Existem 2 métodos de abordagem do aprovisionamento:

➤ **Ponto de encomenda quantitativo.**

Este método consiste em observar o stock de cada artigo sempre que se processa um movimento e passar uma encomenda de uma quantidade fixa sempre que o stock disponível desça abaixo de um determinado ponto: ponto de encomenda.

➤ **Ciclo de revisão constante.**

Este método consiste em observar o nível de stock para cada artigo com uma periodicidade fixa e encomendar uma quantidade variável em função do stock actual e do consumo previsto até nova encomenda.

A opção por um dos modelos de gestão dos stocks é uma questão que deve ser respondida pelo aprovisionamento.

Um dos modelos de gestão é designado por **sistema de duas caixas**. Neste sistema cada artigo é arrumado em duas caixas (uma maior do que a outra). A caixa maior funciona como a caixa de serviço e os artigos são dela retirados até que fique vazia (altura em que uma nova encomenda é realizada). A partir desse momento o consumo processa-se a partir da caixa mais pequena (caixa de reserva). A caixa de reserva é dimensionada de modo a garantir o consumo de artigos durante o prazo de entrega de uma encomenda, tendo em consideração as possíveis flutuações no consumo ou alargamento do prazo de entrega. Quando uma nova encomenda chega ambas as caixas são cheias.

Outro método é o tradicional **ponto de encomenda económico**. A quantidade a encomendar pode ser estabelecida através dos registos históricos de consumos ou em previsões, ou calculando a QEE através da fórmula de *Wilson*:

$$QEE = \sqrt{((2 \times A \times S) / I \times C)}$$

Em que:

A – consumo anual (unidades de artigos).

S – custo de efectivação de uma encomenda (€).

I – custo de posse: 10% a 30%.

C – custo unitário do artigo (€)

A QEE – Quantidade Económica de Encomenda, dará origem a novas encomendas, espaçadas de uma duração óptima, T01, tal que:

$$T01 = QEE / A$$

Sendo assim, podemos tomar como exemplo:

A = 150

S = 1 €

I = 12%

C = 0,125 €

$$QEE = \sqrt{((2 \times 150 \times 1) / (0,125 \times 0,12))}$$

$$QEE = \sqrt{(300 / 0,015)}$$

$$QEE = 141,4 = 142 \text{ Peças}$$

Então:

$$T01 = 142 / 150$$

$$T01 = 0,95 \text{ Ano}$$

$$T01 = 11,4 \text{ Meses}$$

O último modelo de gestão de stocks que consideramos é o **sistema máximo e mínimo**. Este é um sistema intuitivo do tipo de revisão contínua semelhante ao método de revisão constante. Sempre que o nível de stocks passe abaixo do nível mínimo encomenda-se uma quantidade igual à quantidade necessária para restabelecer o nível de stocks para o nível máximo.

#### 4.9 Localização e layout do armazém

O armazém de artigos de manutenção deve ser dimensionado, considerando logo à partida os meios adequados de arrumação, acesso e acondicionamento dos artigos a guardar, sem que isto obrigue ao investimento de elevadas quantias de dinheiro.

O layout do armazém deve possibilitar a procura dos artigos no menor tempo possível.

Apenas o pessoal da manutenção deve ter permissão para entrar no armazém devendo este estar equipado de meios de controlo de entradas e saídas. Para além de controlar as entradas e saídas é também conveniente desenvolver um meio de controlar os consumos, por exemplo, o responsável pelo armazém não deverá entregar um artigo solicitado sem antes ter a folha de requisição ou ordem de trabalho (OT) correspondente.

#### 4.9.1 Layout – divisões básicas

<i>Divisão Básica</i>	<i>Sub-Divisão</i>	<i>Exemplos de Artigos de Manutenção</i>
Pecas de reserva, componentes e elementos de equipamentos	Mecânica Electricidade Electrónica Pneumática Hidráulica etc	Rodas dentadas, correntes, correias, veios, rolamentos, motores eléctricos, cabos eléctricos, resistências, componentes electrónicos, etc.
Consumíveis e existências gerais	Materiais diversos, tubos, materiais de lubrificação, Materiais de limpeza, etc	Parafusos, porcas, abrasivos, desperdícios, plásticos, metais, oleos, etc.
Ferramentas e instrumentação	Ferramentas de trabalho, equipamentos, instrumentos, etc.	Termómetros, paquímetros, chaves de fendas, chaves, brocas, martelos, etc.

#### 4.10 Documentação do armazém

A documentação a usar no armazém deve ser o mais simples possível, dando sempre preferência à informática no controlo e gestão de stocks. Os actuais sistemas informáticos já dispõem de documentação interna a qual pode ser gerada quantas vezes for necessário, e muitos dos *softwares* de gestão da manutenção já incluem a gestão dos artigos de manutenção.

Desta forma ao optar-se por um sistema informático para a gestão e controlo dos stocks deve-se considerar a possibilidade de fazer evoluir a capacidade do *software* (upgrade) e ainda a possibilidade de comunicar com outros softwares de modo a trocar com estes dados / informações relevantes à actividade manutenção e gestão da empresa.

#### 4.11 Custos de manutenção

A manutenção não pode continuar a considerar-se como uma fonte geradora de custos mas sim como um investimento. E como em qualquer investimento, do qual se pretende obter lucro (ou proveito), a manutenção compensa os seus custos com benefícios directos e indirectos.

O conhecimento dos custos associados à manutenção é fundamental para poder avaliar a importância e a influência desta na globalidade da produção e da empresa. A abordagem aos custos envolvidos na actividade de manutenção deve considerar os seguintes custos:

- Custos de manutenção
- Custos de não-manutenção

Os **custos de manutenção** são a componente mais fácil de determinar, e frequentemente, a única considerada. Estes custos situam-se na faixa dos 4 a 5% do valor líquido das vendas, representando em termos de custo final dos produtos cerca de 15 a 40% desse custo, dependendo do tipo de industria.

As falhas nos equipamentos, homens e máquinas paradas resultam em perdas de produção, atrasos nos programas, perdas de encomendas e excessivos custos de reparação. Estes são os custos **de não-manutenção**, bastante difíceis de materializar recorrendo-se a estimativas.

Na figura 25 podemos analisar graficamente estes custos.

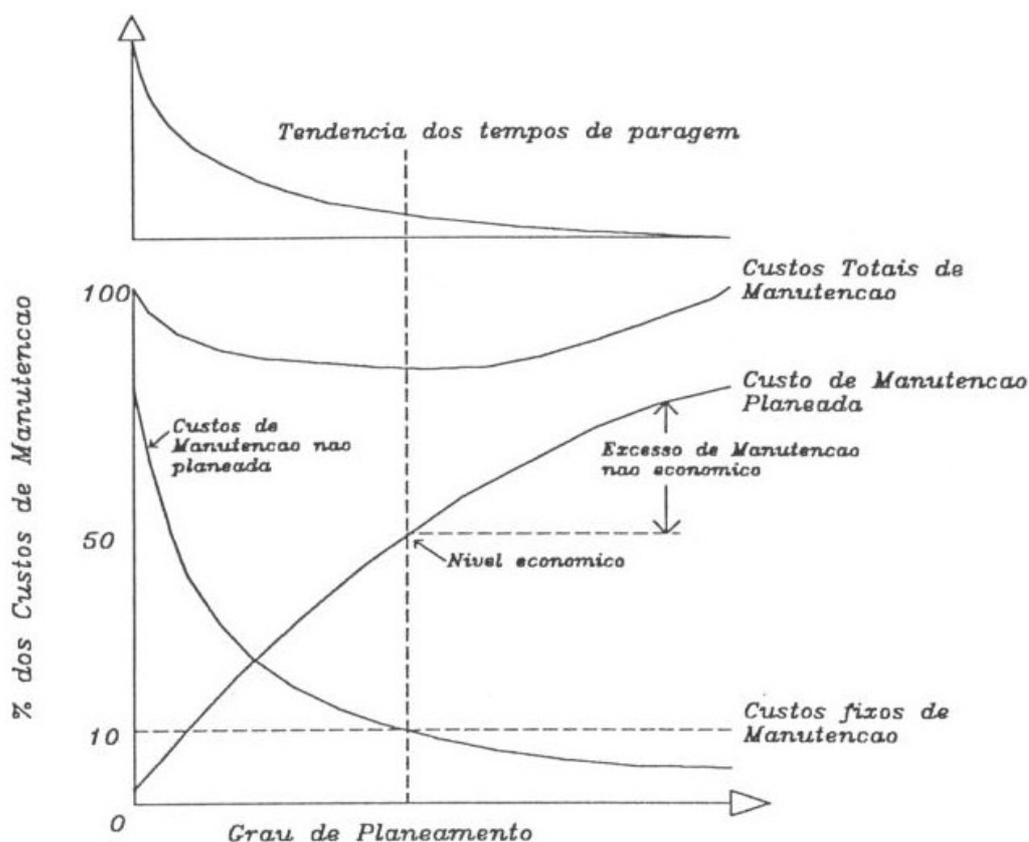


Fig 25: Gráfico de relação entre o custo de manutenção e custos de não-manutenção

Na indústria o pessoal ligado à manutenção ronda, frequentemente, os 10% do total dos operários. Os custos de peças de reserva e materiais de manutenção vêm adicionar-se aos custos de pessoal, com um peso próximo do custo do pessoal.

Os custos de manutenção envolvem 3 classes distintas:

➤ **Custos directos**

- Custo de mão-de-obra do pessoal
- Custos de materiais, peças de reserva, lubrificantes e outros materiais usados na manutenção.
- Amortização dos equipamentos usados na manutenção.
- Custos de subcontratação.
- Etc.

➤ **Custos indirectos**

- Custos administrativos.
- Custos de posse de stocks de manutenção.
- Custos de consumos energéticos.
- Custos de formação, hardware e software.
- Etc.

➤ **Custos especiais**

Percentagem dos salários administrativos.

Percentagem das amortizações.

Percentagem de despesas várias.

**4.12 Custo do ciclo de vida dos equipamentos**

É frequente, aquando da aquisição de um equipamento, optar-se por aquele que apresenta mais baixo custo de aquisição. Os custos de manutenção de um equipamento podem atingir valores de tal forma elevados que ponham em causa a decisão de adquirir o equipamento de mais baixo custo.

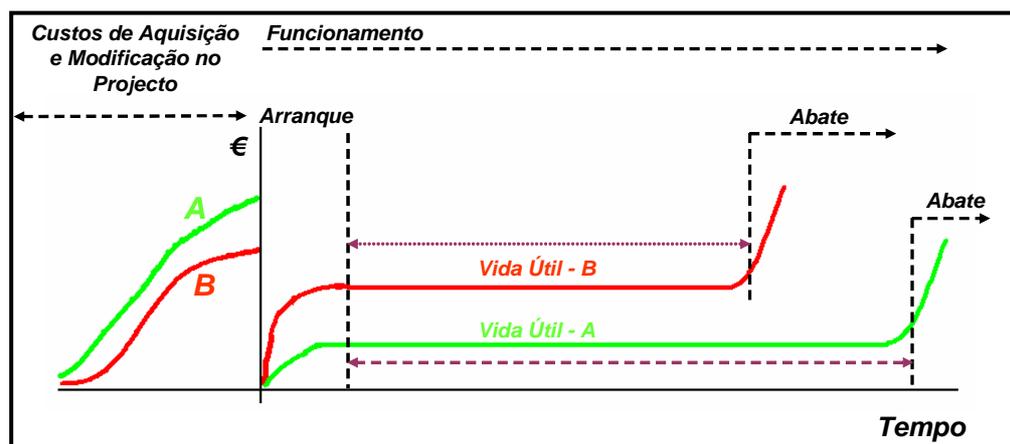


Fig 26: Curvas do ciclo de vida dos equipamentos

Podemos verificar na figura 26 a importância da fase de projecto. Os baixos custos na fase preliminar implicam na maior parte dos casos a ocorrência de problemas na fase de trabalho em série, bem como uma diminuição do tempo de vida útil e o antecipar da fase de abate.

Para além dos custos de aquisição e de manutenção, outros custos são imputados ao equipamento, que incluem:

- a) Custos de utilização: Mão-de-obra, energias, água, combustíveis, etc.
- b) Custos devido a perdas de produção.
- c) Custos de abate.

O somatório da totalidade dos custos é normalmente designado por, Custo do Ciclo de Vida do Equipamento ( LCC – Life Cycle Coast).

## Síntese do Capítulo 4

A função manutenção deverá começar na fase de projecto. Os equipamentos, para além das características de capacidade e fiabilidade, devem apresentar, do ponto de vista do gestor da manutenção, bons índices de manutibilidade de forma a reduzir e facilitar os trabalhos de manutenção.

Estas facilidades em executar a manutenção, reflectem-se em menores tempos de paragem e conseqüentemente em menores custos.

A manutenção entra em cena antes da primeira avaria, desta forma é desejável que, no seio da estrutura utilizadora, comece com uma missão do conselho técnico no momento da decisão de compra e depois participe na montagem, instalação e início de funcionamento do equipamento.

Ora é na fase do projecto que as alterações a introduzir, menor incidência têm nos custos dos equipamentos.

Em termos meramente comparativos, é possível afirmar que os custos devidos a modificações são:

- e) Na fase de projecto: 1
- f) Na fase de protótipo: 10
- g) Na fase de produção: 100
- h) Em serviço: 1000

# Documentação técnica

## *Objectivos Específicos*

No final do capítulo os formandos devem ser capazes de:

- Elaborar um dossier técnico de um equipamento.

## 5 Documentação técnica

### 5.1 Generalidades

Um importante suporte técnico de toda a actividade da manutenção é constituído pela documentação técnica existente relativa aos equipamentos cuja manutenção está à responsabilidade deste serviço.

É a partir da documentação técnica de cada equipamento que é elaborado o seu plano de manutenção. Para algumas acções estabelecidas neste plano será eventualmente necessário estudar e definir métodos operatórios de execução. Para além disso, a documentação técnica do equipamento constitui ainda um importante suporte de apoio a acções de formação de pessoal relativas aos equipamentos.

### 5.2 Constituição da documentação técnica de um equipamento

- **Características / instruções gerais**
  - 1) Ficha de identidade do equipamento.
  - 2) Apresentação geral.

- 3) Características técnicas.
  - 4) Dispositivos e conselhos de segurança.
  - 5) Documentos regulamentares:
    - a. Protocolo de recepção do fornecedor.
    - b. Planos de implantação e consumos de energia.
    - c. Níveis de poluição sonora provocados pelo equipamento.
    - d. Declaração de conformidade.
    - e. Fichas de dados de segurança de produtos químicos utilizados.
- **Instruções de instalação**
- 1) Exigências para o local de instalação do equipamento.
  - 2) Processo de instalação.
- **Instruções de utilização**
- 1) Conselhos de segurança.
  - 2) Descrição dos órgãos de serviço e sinalização.
  - 3) Descrição dos modos de funcionamento e exploração.
  - 4) Anomalias e incidentes.
- **Documentação mecânica e fluidos utilizados**
- 1) Planos mecânicos de conjunto e de subconjunto.
  - 2) Planos de ferramentas
  - 3) Nomenclaturas standard do fornecedor e de comércio.
  - 4) Lista de peças de reserva e de desgaste aconselhadas.
  - 5) Estado de referência – km 0.
  - 6) Planos e procedimentos de substituição de componentes.
  - 7) Esquemas de fluidos, nomenclaturas e peças de reserva aconselhadas.
    - a. Hidráulico, pneumático, lubrificação, etc.
  - 8) Plano de manutenção preventivo preconizado pelo fornecedor.

➤ **Documentação eléctrica / automatismos**

- 1) Esquemas eléctricos, nomenclatura XELEC e peças de reserva aconselhadas.
- 2) Programa automático (papel + suporte informático).
- 3) Licenças.
- 4) Manual de automatismos.
- 5) Plano de manutenção preventivo preconizado pelo fornecedor.
- 6) Salvaguardas de parâmetros e estados de referência.

Todas as modificações efectuadas no equipamento, pela manutenção, depois de este estar em funcionamento, quer sejam ao nível de esquemas, intervenções específicas análises efectuadas, devem constar na documentação técnica.

### 5.3 Documentação da fase do processo de fabrico

➤ **Constituição**

- 1) Dossier completo da documentação entregue ao departamento de manutenção.
- 2) Estabelecer a lista de peças de desgaste necessárias.
- 3) Aprovisionar as peças de desgaste
- 4) Construção e colocação no terreno de manuais do operador.
- 5) Validar a aplicação do PMP e identificar as cargas de trabalho necessárias à sua realização.
- 6) Realizar um plano de colocação em prática do PMP.
- 7) Realizar a ficha de manutenção autónoma – 1º nível e 2º nível.
- 8) Estabelecer a lista de peças de reserva necessárias
- 9) Aprovisionar as peças de reserva.
- 10) Actualizar todas as modificações efectuadas nos equipamentos.
- 11) Realizar todas as gamas de manutenção necessárias.
- 12) Realizar as folhas de procedimento (se necessário).

13) Colocar no terreno:

- a. Fichas técnicas
- b. Esquemas de fluidos, esquema eléctrico e plano de lubrificação.
- c. Fichas de controlo.
- d. Fichas de segurança.
- e. Manual de manutenção.

## **Síntese do Capítulo 5**

Um importante suporte técnico de toda a actividade da manutenção é constituído pela documentação técnica existente relativa aos equipamentos.

Os executantes dos trabalhos de manutenção têm de ter informação atempada sobre instruções técnicas, de segurança, ferramentas e materiais necessários à execução das tarefas, evitando perdas de tempo, que conduzem a uma redução dos custos de manutenção por efeito do aumento da produtividade do trabalho de manutenção e diminuição do tempo de imobilização do equipamento.

A documentação técnica é uma ferramenta de trabalho bastante importante para baixar, de uma forma clara, a manutibilidade: MTTR.

# TPM – Manutenção Produtiva Total

## *Objectivos Específicos*

No final do capítulo os formandos devem ser capazes de:

- Compreender a importância e objectivos da aplicação da metodologia TPM.
- Enumerar os pilares da metodologia TPM, caracterizando aqueles que são do âmbito da manutenção.
- Enumerar e caracterizar as etapas da metodologia TPM: Manutenção Autónoma e Manutenção Programada.
- Caracterizar e compreender a importância e objectivos de um indicador.
- Liderar uma sessão de limpeza, inspecção e detecção de anomalias num equipamento.
- Calcular o rendimento operacional.

## 6 TPM

### 6.1 Introdução

A **Manutenção Produtiva Total**, normalmente abreviada **TPM**, do inglês **Total Productive Maintenance**, é um conceito moderno de manutenção introduzido no Japão em inícios da década de 70, decorrente da implantação da técnica produtiva KanBan na empresa Nippon Denso, do grupo Toyota.

Hoje o TPM é uma marca registada do *Japan Institute of Plant Maintenance*, JIPM, e encontra-se implantada em vários países e em

plena fase de cruzeiro com resultados notáveis. O seu sinal exterior mais distinto é envolver o pessoal da produção activamente na manutenção, *explorando o facto de o operador ser quem melhor conhece a máquina* e, portanto, quem detém posição soberana para lhe criar condições de funcionamento, para sondar as suas queixas, em resumo, para proporcionar as melhores condições de prevenção de avarias.

Na sua aplicação o TPM é a manutenção conduzida com a participação de todos, desde os operadores das máquinas e do pessoal da manutenção, até ao nível superior da gestão, passando pelos quadros intermédios.

#### **O seu perfil caracteriza-se por:**

- Busca da maximização da eficiência global das máquinas e dos equipamentos, normalmente abreviada por OEE – *Overall Equipment Efficiency*.
- Sistema total que engloba todo o ciclo de vida útil da máquina e dos equipamentos.
- Sistema onde participam os quadros técnicos da produção e da manutenção.
- Sistema que congrega a participação de todos, desde os da alta direcção até aos últimos operacionais.
- Movimento motivacional, na forma de trabalho de grupo, através da condução de actividades voluntárias.

#### **E o seu exercício:**

- Procura a economicidade através da condução de uma manutenção preventiva lucrativa.

- Integra as técnicas da manutenção correctiva, da manutenção preventiva e da prevenção de manutenção, esta última, através do diagnóstico precoce de avarias.

- Pressupõe o envolvimento voluntário dos operadores que, estando em contacto diário com as máquinas, são quem melhor conhece o seu estado e saúde e, portanto, quem pode tomar as medidas preventivas básicas necessárias ao seu bom funcionamento. Estas medidas preventivas são, a um nível, empreendidas por eles próprios – **Limpeza e Inspeção, Lubrificação e Verificações** – ou, então, na medida necessária, solicitadas ao pessoal da manutenção – **os especialistas** – quando o seu âmbito exceder as capacidades técnicas dos operadores.

## 6.2 Acrónimo TPM

**T**odos; desde a alta direcção ao operador, as fábricas, a engenharia, as compras, as máquinas e todas as perdas de rendimento.

**P**erformance, produtividade, perdas reduzidas a zero, prevenção e prática.

**M**anagement, homem, manter.

## 6.3 Objectivos

O TPM tem como objectivo principal a eliminação de falhas, defeitos e outras formas de desperdícios, visando a maximização global da

eficiência das máquinas e dos equipamentos, com o envolvimento de todos e a todos os níveis.

Pode dar-se a imagem de que uma fábrica é composta por duas partes distintas:

- *uma visível, a que, realmente, produz produtos com qualidade;*

- *uma invisível, que só produz perdas;*

Seguindo esta analogia, poder-se-ia dizer que o TPM é a técnica que permite transformar a parte invisível em visível, através da eliminação de todas as perdas.

O pessoal deve adquirir as seguintes capacidades:

**1 – Pessoal da Produção:** Capacidade de conduzir a Manutenção Autónoma.

**2 – Pessoal da Manutenção:** Capacidade de conduzir uma Manutenção de alto nível.

**3 – Engenharia de Exploração:** Capacidade de colocar em marcha um programa de equipamentos com o mínimo de Manutenção Curativa.

#### 6.4 Necessidades de aplicação da TPM

1 – O enquadramento económico actual com o qual são confrontadas, actualmente, as empresas, torna indispensável a necessidade de eliminar todas as causas de perdas.

Neste sentido é imperioso fazer desaparecer todas as perdas devidas a paragens imprevistas, bem como todas as perdas ocasionadas pela produção de produtos defeituosos.

2 – Os pedidos relacionados com a qualidade dos produtos são, actualmente, reforçados e não há clientes que estejam dispostos a aceitar produtos defeituosos.

Considera-se “normal” entregar uma dada quantidade de produtos encomendados com a certeza de que estão todos conformes.

3 – A produção de lotes de numerosos produtos aliada a um encurtamento dos prazos de fabricação aumentou a necessidade de colocar em prática a TPM com vista a satisfazer as mais variadas necessidades dos seus clientes.

Por esta razão se afirma que ao reduzir as maiores perdas de rendimento a TPM é reconhecidamente indispensável à sobrevivência de uma empresa.

### 6.5 Relação entre entradas e saídas em produção.

A performance global no domínio da produção implica a melhoria da produtividade.

De outra forma, visamos obter maior “**OUTPUT**” (produtos) com o mínimo de “**INPUT**” (custos), para obter a melhor relação **Custo / Resultado**.

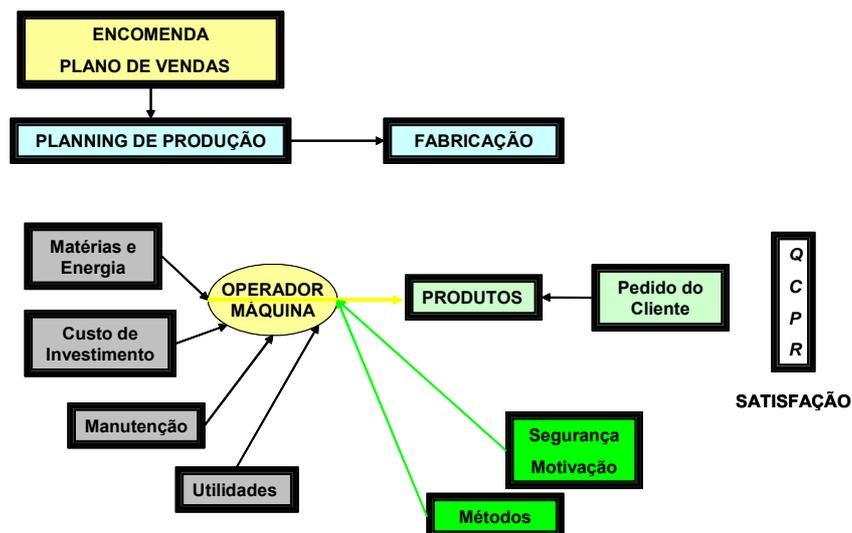


Fig 19: Relação entre os elementos das actividades de produção.

Na figura anterior podemos verificar a relação existente entre os vários “**INPUTS**” que podemos considerar e os resultados, “**OUTPUTS**”, obtidos, tendo sempre presente como meta e objectivo principal, a satisfação do cliente.

### 6.6 Domínios da TPM.

A TPM visa desenvolver uma cultura, na empresa, que procura a máxima eficácia possível no conjunto do sistema de produção.

Na figura seguinte podemos analisar a estrutura de um sistema de produção. É possível relacionar as entradas e saídas com todas as componentes que interferem no processo.

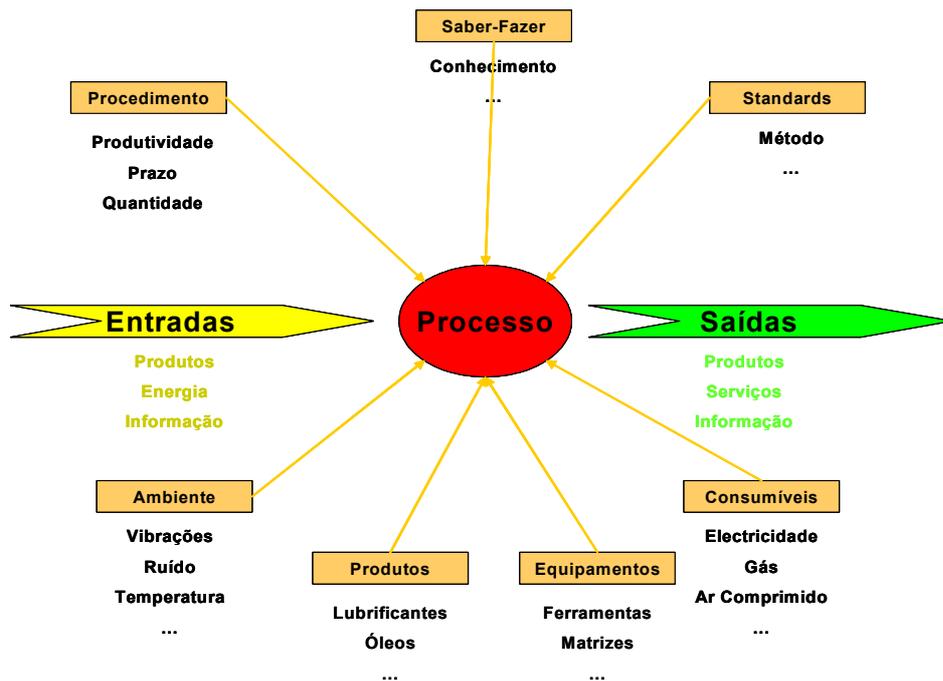


Fig 20: Estrutura de um sistema de produção.

Uma linha de produção combinada (diversificada), consiste em várias linhas num só processo, sendo um sistema de produção superior a um sistema simples num único processo.

**6.7 Sistema hierárquico de actividades.**

A TPM deve ser executada como um trabalho normal. Se o trabalho de grupo se pode fazer a todos os níveis da empresa, e se cada nível realiza aquilo que tem de realizar, é possível atingir o **“Zero Perdas”**.

O animador de cada grupo a cada nível deve ser o superior hierárquico na empresa.

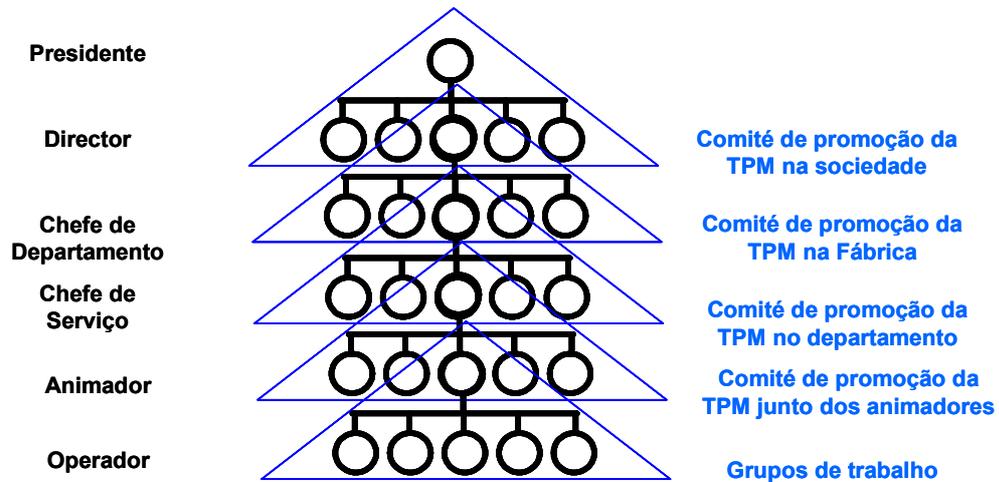


Fig 21: Posição dos grupos no sistema hierárquico.

Como podemos verificar na figura 21, todos os níveis da empresa estão implicados nesta política de implementação da TPM., e todos os níveis hierárquicos acompanham a sua implementação.

Desenvolvendo este tipo de actividades, ao nível da política da empresa, os objectivos irão ser transmitidos pela via hierárquica até ao nível mais baixo, o nível de execução, sendo assim cumpridos os objectivos. Por outro lado as opiniões, sugestões e outras propostas feitas pelos operadores, irão subir aos níveis hierárquicos assegurando assim uma boa comunicação entre os vários níveis da pirâmide.

*“Melhorar os recursos humanos consiste em formar e desenvolver a competência do pessoal para permitir uma resposta aos novos desafios da automatização das instalações”.*

## 6.8 Princípios de desenvolvimento da TPM.

1 – Construir um sistema que permita obter a performance em produção.

- Melhoria Caso a Caso
- Manutenção Autónoma
- Manutenção Programada
- Formação e Treino – Saber Fazer

2 – Construir um sistema inicial de produção e de gestão de fluxos para os novos produtos e os novos equipamentos.

3 – Construir um sistema de “Manutenção para a Qualidade”.

## 6.9 O.E.E – Overall equipment efficiency; R.O. – Rend. Operacional

Com o avanço dos recursos industriais que diariamente entram nas nossas empresas (centros de maquinação, tornos, talhadoras), máquinas modernas dotadas de diversas facilidades de trabalho, possibilitando o desenvolvimento dos processos, mas mesmo assim, nem tudo constitui, no entanto, uma perfeição.

Os problemas residem justamente na manutenção e exploração destes equipamentos. Isto quer dizer que por mais ou menos perfeitos e automáticos que sejam os equipamentos, estes têm sempre um ponto comum que se centra na manutenção adequada e por consequência no Homem da manutenção e da fabricação.

Um indicador de RO > 85%, é suficiente para encher de orgulho qualquer unidade de trabalho e direcção de uma empresa. O problema poderá estar no critério adoptado para o cálculo do RO e sobretudo na forma

correcta de preenchimento do jornal de bordo no posto de trabalho da máquina tampão (máquina com o tempo de ciclo mais elevado na linha).

Está provado, no mundo industrial, que não são os grandes problemas (avarias esporádicas, etc...) que impedem a concretização de muitos objectivos, mas sim os pequenos quando somados.

São efectivamente as pequenas inconveniências que aliadas à sua frequência impedem o perfeito funcionamento, como por exemplo, micro-paragens, falta de ferramentas, falta de confiança, má execução do 1º nível, falta de treino, sucatas, falta de códigos,...

O **Rendimento Operacional – RO** pode ser definido de uma forma simplificada como sendo:

$$\text{RO} = \text{PBf} / \text{Pf}$$

ou

$$\text{RO} = \text{PBf} / (\text{TaxCdi})$$

com: PBf = Peças Boas Fabricadas

Pf = Peças Fabricáveis

Ta = Tempo Afectado

→ Ta = Tempo disponível – (tempos de descanso programados + tempo 1º nível)

Cdi = Cadência Instantânea

ou pela forma composta, onde contamos com 3 factores:

$$\text{RO} = \text{DO} \times \text{RV} \times \text{TQ}$$

com: DO = Disponibilidade Operacional

RV = Rendimento Velocidade

TQ = Taxa de Qualidade

$$\text{DO} = \text{Dp} \times \text{Di}$$

sendo Dp = Disponibilidade Própria

Di = Disponibilidade Induzida

$$\text{Dp} = \text{Tf} / (\text{Tf} + \text{Tpp})$$

sendo Tf = Tempo de Funcionamento

→ Tf = Tempo afectado – Tempo perdido

Tpp = Tempo de Paragens Próprias do equipamento ou linha

$$\text{Di} = (\text{Ta} - \text{Tpi}) / \text{Ta}$$

sendo Ta = Tempo Afectado

Tpi = Tempo de Paragens Induzidas por Avarias

$$\text{RV} = (\text{Tcy} \times \text{PTf}) / (\text{Ta} - \sum \text{paragens})$$

sendo Tcy = Tempo de Ciclo

PTf = Peças Totais Fabricadas

$$TQ = PBf / PTf$$

sendo PBf = Peças Boas Fabricadas

### 6.10. Perdas que o TPM permite eliminar

Existem no total 16 perdas de Rendimento Operacional, que podem estar relacionadas com:

#### Equipamento:

- 1 - Avarias / Falhas
- 2 - Mudança de produto / Set UP
- 3 - Mudança de ferramenta
- 4 - Microparagens
- 5 - Degradação do tempo de ciclo
- 6 - Sucata
- 7 - Rearranques

**As 7 Grandes Perdas**

#### Pessoal:

- 8 – Manuseamento
- 9 – Saber fazer
- 10 – Organização
- 11 – Logística
- 12 – Controlos
- 13 – Paragens programadas

#### Outras:

- 14 – Brutos
- 15 – Ferramentas
- 16 - Energia

Vamos então detalhar as 7 grandes perdas de Rendimento:

**1 - Avarias / Falhas:** O factor que mais prejudica a eficiência é a perda por avaria ou falha. Na avaria ou falha existe a do tipo de *paragem de função* e a do tipo *quebra de função*. A primeira é ocasionada de modo repentino; a segunda, a que reduz a função do equipamento em relação à função original.

**2 - Mudança de produto / Set UP:** Esta é a perda que é provocada por paragem associada à mudança de produto. O tempo de mudança de produto significa o tempo necessário desde a paragem do produto que estava a ser produzido até à preparação do outro produto que será produzido, sendo o ajustamento do equipamento, a fase que demora mais tempo.

**3 - Mudança de ferramenta:** Neste tipo de perda incluem-se todas as perdas decorrentes da ferramenta.

**4 – Microparagens:** As pequenas paragens diferem da avaria / falha devido a problemas momentâneos, o equipamento pára ou opera em vazio. É também denominado *pequeno problema*. É o caso, por exemplo, da operação em vazio da máquina, devido ao encravamento da peça que estava a ser trabalhada, ou quando um sensor entra em operação devido à detecção de um produto defeituoso. Tratam-se de paragens momentâneas do equipamento. São casos em que o equipamento volta a operar normalmente, assim que a peça que está encravada for retirada, ou através de rearranque, diferindo na sua essência da avaria / falha do equipamento.

**5 - Degradação do tempo de ciclo:** A degradação do tempo de ciclo, perda por quebra de velocidade, refere-se à diferença entre a velocidade nominal e a real do equipamento. É o caso, por exemplo, de uma operação realizada com uma velocidade reduzida, devido à ocorrência

de problemas de qualidade do produto ou na mecânica do equipamento, quando operado à velocidade nominal.

**6 – Sucata:** Esta é a perda relativa a produto defeituoso e à necessidade de retrabalho. Quando se fala em produto defeituoso a tendência, de um modo geral, é a de o considerar um produto perdido, porém, o produto com retrabalho (recuperado) deve ser considerado, também, como produto defeituoso visto que é preciso uma quantidade de processo, originalmente desnecessária, para a sua recuperação.

**7 – Rearranques:** Perdas decorrentes entre o início da produção e a estabilização do equipamento.

Conforme ficou detalhado:

*“As sete grandes perdas são factores que prejudicam a eficiência de um equipamento. Ataca-las será a estratégia para elevar o rendimento operacional do equipamento”.*

### 6.11 Os 8 pilares do TPM

A implantação do TPM é uma tarefa que requer planeamento apurado e que exige uma abordagem que coloca grande importância nos aspectos **Motivacional** – de todos – e da **Formação**.

A implementação de um programa TPM requer no mínimo três anos. De uma maneira geral podemos dizer que a TPM não é nada de novo no respeitante às técnicas utilizadas, no entanto, há que reconhecer que o grande mérito da TPM está em harmonizar uma grande variedade de técnicas, proporcionando excelentes resultados.

Muitas empresas empenham-se na aplicação de uma ou duas técnicas – **Pilares** – contidos no TPM e divulgam este esforço como sendo TPM na totalidade. **Não o é.**

Os pilares da TPM são:

- 1 – Manutenção Autónoma**
- 2 – Manutenção Programada**
- 3 – Eliminação das perdas**
- 4 – Formação e treino**
- 5 – TPM na concepção – projecto**
- 6 – TPM nos serviços**
- 7 – Manutenção da qualidade**
- 8 – TPM na segurança, higiene e condições de trabalho**

### **6.11.1 Manutenção Autónoma**

O pilar da Manutenção Autónoma será provavelmente o traço mais distintivo do TPM.

A Manutenção Autónoma permite aplicar os cuidados básicos de manutenção da máquina através do Operador.

São sete as etapas para a aplicação da Manutenção Autónoma, que podemos analisar na figura 22.

ETAPA	DENOMINAÇÃO	CONTEÚDO DA ACTIVIDADE
1 <sup>a</sup>	Limpeza inicial	Eliminando na totalidade as sujidades que se formam no equipamento, bem como a detecção de anomalias e sua resolução.
2 <sup>a</sup>	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.
3 <sup>a</sup>	Elaboração de standards de limpeza, lubrificação e inspecção	Elaborar standards de limpeza, lubrificação e inspecção, indicando periodicidade e tempo requeridos.
4 <sup>a</sup>	Formação / acção nos standards	Utilização no quotidiano dos standards de manutenção autónoma.
5 <sup>a</sup>	Inspeção autónoma no quotidiano	Elaboração de uma folha de inspecção
6 <sup>a</sup>	Organização e ordem	Elaboração de normas de fluxo de materiais no local de trabalho, controlo de ferramentas, ...
7 <sup>a</sup>	Melhoria quotidiana	Desenvolver as directrizes e as metas e executar regularmente o registo da melhoria continua

Fig 22: Etapas da manutenção autónoma.

Os operadores efectuem visitas quotidianas de controlos visuais, lubrificação,..., para conservar e restabelecerem eles mesmos os seus equipamentos.

#### 6.11.1.1 Objectivos para os operadores

- Inspeccionar o *meu* equipamento.
- Saber tratar as origens da sujidade e dos pequenos problemas do *meu* equipamento.
- Melhorar, com a minha experiência, a manutenção autónoma do *meu* equipamento.

### **6.11.1.2 Objectivos para os chefes de equipa**

- Ter operadores que respeitam a máquina.
- Dar importância ao tratamento preventivo das anomalias.
- Dominar a manutenção autónoma.

### **6.11.1.3 Objectivos para a máquina**

- Eliminar as degradações forçadas.
- Repor a instalação ao nível 1.
- Tratar preventivamente as causas de falha.

## **6.11.2 Manutenção Programada**

A Manutenção Programada a par da Manutenção Autónoma apoia-se num bom conhecimento dos equipamentos de produção e no seu histórico de falhas, nela intervêm os profissionais de manutenção no sentido de alongar o período de vida útil dos equipamentos e instalações corrigindo as suas debilidades. O objectivo é aumentar a eficácia reduzindo os custos de manutenção.

O pilar da Manutenção Programada é caracterizado por:

- Conhecer as perdas por falhas relativas a avarias nos equipamentos.
- Aumentar a cooperação entre Manutenção / Fabricação.
- Minimizar o custo das falhas e defeitos.

### **6.11.2.1 Objectivos para a manutenção**

- Hierarquizar os equipamentos mais penalizantes.
- Definir os planos de acções para erradicar as falhas.
- Tratar as degradações forçadas e naturais.
- Prevenir a reparação das falhas.

- Organizar de forma eficiente o PMP.
- Reduzir as perdas de R.O. melhorando:
  - A Fiabilidade: MTBF
  - A Manutibilidade: MTTR
- Fazer a ligação entre o estado do equipamento e a qualidade peça.
- Utilizar o equipamento no seu limite.

### 6.11.2.2 Formas de acção

- Medir, observar e documentar.
- Identificar a máquina “tampão” ou mais penalizante.
- Identificar os problemas.
- Procurar as causas iniciais.
- Eliminar as causas iniciais.
- Reduzir os tempos de intervenção.
- Programar os tempos de paragem.
- Aplicar as soluções em instalações futuras: *Projecto*.

### 6.11.3 Eliminação das perdas

Os objectivos do pilar Eliminação das Perdas estão intimamente relacionados com o R.O., ou seja, melhorando a competitividade da empresa:

- Erradicar de forma concreta as grandes perdas de R.O..
- Melhorar e estabilizar o R.O.

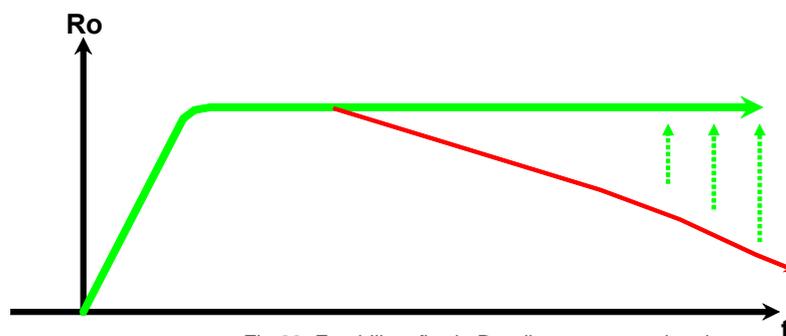
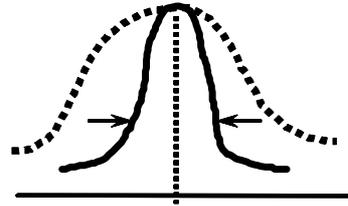


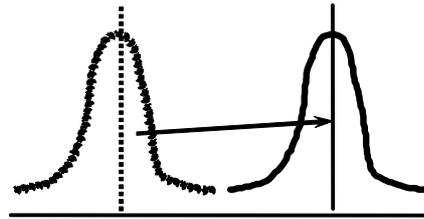
Fig 23: Estabilização do Rendimento operacional.

### 6.11.3.1 Princípios de eliminação

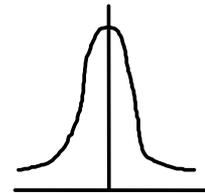
1ª Fase: Reduzir a dispersão das perdas eliminando as degradações.



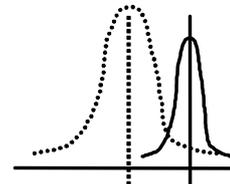
2ª Fase: Alongar a duração do funcionamento entre duas perdas.



3ª Fase: Refazer o estado de condição periodicamente.



4ª Fase: Prever a aparição das perdas.



#### Exemplo de aplicação: *Cilindro Hidráulico*

*1ª Etapa:* Reduzir a dispersão das perdas eliminando as degradações.

Suprimir as condições anormais de funcionamento, os desvios em relação às regras de arte, respeitar os parâmetros que permitem à máquina ou ao componente degradar-se normalmente: desgaste, duração de vida e resistência normais.

Há degradação forçada quando existe uma aceleração do desgaste ou da deterioração, por parâmetros que não estão nas devidas margens, ou por operações de manutenção ou de comportamento não respeitadas.

<p><b>Oleo demasiado quente e sujo</b>  <b>Oleo de má composição química</b>  <b>Uma carga muito forte</b>  <b>Uma pressão excessiva</b>  <b>Choques ou vibrações</b></p>	<p><b><i>Factores que provocam um desgaste mais rápido do que o previsto num cilindro hidráulico</i></b></p>
---	--

*2ª Etapa: Alongar a duração do funcionamento entre duas perdas.*

Aumentar a duração de vida das máquinas ou dos seus componentes. Será que o componente é suficientemente duro? Será a sua composição química adequada? Existe uma matéria mais resistente? Podemos encontrar um ajuste que permita um desgaste mais lento?...

<p><b>Melhorar o tipo de material da junta</b>  <b>Melhorar a qualidade do oleo</b>  <b>Rever a carga a aplicar</b></p>	<p><b><i>Acções que permitem aumentar a duração de vida do cilindro</i></b></p>
---	---

*3ª Etapa: Refazer o estado de condição periodicamente.*

Quando se chega a esta etapa, estamos quase certos de que não teremos problemas com o componente durante algum tempo, uma vez que não temos factores externos que provoquem a degradação forçada. Podemos então prever a mudança de elementos que necessitem, passado algum tempo de funcionamento, de ser substituídos. Se temos uma probabilidade de falha entre 2 a 3 anos, trocamos antes de chegar a este período.

**Trocar o cilindro após 1000 hrs de funcionamento**

***Acções que permitem prevenir falhas***

*4ª Etapa: Prever a aparição das perdas.*

Nesta etapa não se procura a substituição das peças em função do tempo, mas sim em função do estado constatado do elemento. Procedese a visitas, a primeira pode ser da frequência deduzida na etapa anterior, e decide-se ou não da troca da peça ou elevar o seu funcionamento.

O ganho efectuado com a troca da peça deve ser contraposto com a perda de tempo ocorrida pela inspecção, isto é, se a inspecção é tão longa como a troca da peça e esta tem um baixo custo, então esta etapa pode ser suprimida. Ao invés, se a inspecção é rápida e o custo da peça é elevado, então convém realizar esta etapa.

**Desmontagem do cilindro para inspecção**

***Acções que permitem prever as falhas***

De pouco nos vale a prevenção se temos degradações forçadas não dominadas. A questão da fiabilidade só se coloca quando estamos certos de que podemos fazer funcionar os elementos nas condições de degradação natural.

**Prever a mudança de um cilindro após 1000 hrs de funcionamento, só é válido quando asseguramos o funcionamento nas condições previstas: óleo correcto, velocidade adaptada, vibrações limitadas, ...**

#### 6.11.4 Formação e treino

Este pilar pretende aliar as componentes teórica e prática para atingir o “zero perdas”, para isso é necessário sermos capazes de evitar a reparação das perdas, de tratar e erradicar as anomalias, de saber manter e vigiar os equipamentos, etc.

A formação deve ser endereçada a todos, desde o chefe da linha aos operadores e outros serviços de suporte, apoiando-se em lições pontuais, visualização, painéis de actividades, espaços de formação e treino, etc.

- Melhorar / desenvolver as capacidades do pessoal da fabricação.

##### 6.11.4.1 Metodologia

- Determinação dos conteúdos necessários à formação.
- Utilização de “DOJOS”: espaços de treino.
- Aplicação dos 5 sentidos.
- Simulação prática.
- Contacto real com equipamentos e componentes.
- Estágios com o “staff” da manutenção.

### **6.11.5 TPM na concepção**

O pilar TPM na Concepção tem como objectivos principais a preparação da manutenção antes da fase de produção em série e o controlo do rendimento global dos equipamentos durante a subida de cadência, controlando os custos dos meios e do processo.

A experiência adquirida ao longo do tempo, no contacto com equipamentos similares, é capitalizada por forma a:

- Definir condições que possam excluir possíveis fontes de falhas.

Num projecto de industrialização, o controlo do custo global dos equipamentos durante o seu ciclo de vida – LCC, é necessário ter em conta 4 factores:

- O referencial TPM
- O processo de colocação em funcionamento.
- As diferentes etapas do projecto.
- O grupo de intervenientes no projecto.

#### **6.11.5. 1 Metodologia a aplicar**

- Assegurar a capitalização da experiência adquirida.
- Explorar, de forma exaustiva, a documentação máquina.
- Estudar de forma eficiente as peças de reserva e de desgaste a adquirir. Assegurar a sua entrada em armazém em tempo útil.
- Organizar e assegurar a execução do PMP, de acordo com a experiência adquirida a as preconizações do fornecedor.
- Fazer uso da aplicação da gestão visual.

- Assegurar a formação e treino dos operadores ao nível da manutenção autónoma.
- Programar em conjunto com os fornecedores sessões de detecção de anomalias e possibilidades de melhorias (nas instalações do fornecedor).
- Elaborar os standards da manutenção autónoma em conjunto com os operadores e o chefe de linha.
- Implementar uma cultura de paragens periódicas para acções TPM na linha: Limpeza, inspecção, verificação e etiquetagem de anomalias.
- Prever / organizar a formação nos novos equipamentos para o “staff” da manutenção, junto dos fornecedores.

#### **6.11.6 TPM nos serviços**

- Melhorar a sistemática da incorporação de melhorias através dos conhecimentos adquiridos.

#### **6.11.7 Manutenção da qualidade**

- Eliminar o desperdício de perdas pelo trabalho de escritório.
- Eficiência de todas actividades organizacionais.

#### **6.11.8 TPM na segurança, higiene e condições de trabalho**

- Objectivo: *Zero acidentes.*

**6.11.8.1 Método**

- Proporcionar um sistema que possa garantir:

**“A PRESERVAÇÃO DA SAÚDE E BEM ESTAR DE TODOS OS  
 FUNCIONÁRIOS E DO MEIO AMBIENTE”**

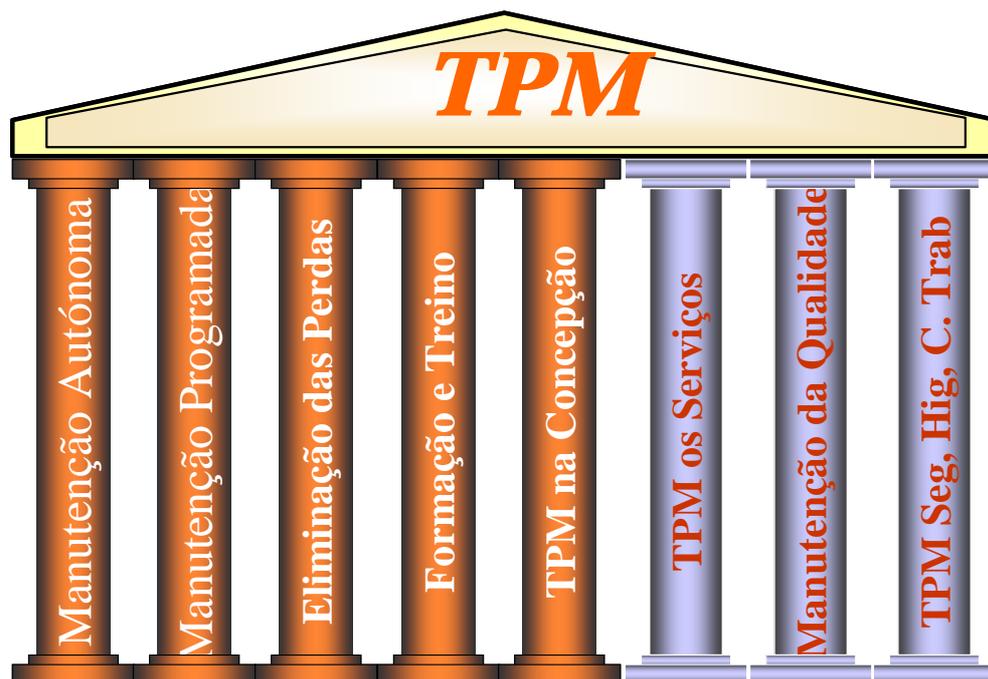


Fig 24: Os 8 pilares da TPM.

A figura 24 agrupa os 8 pilares da T.P.M., de modo a simbolizar a construção de “algo sólido”.

Pretende-se realçar a importância de todos os pilares, mas também a lógica da construção “de baixo para cima”, com sólidas raízes capazes de suportar uma política de implementação da T.P.M. com sucesso.

A T.P.M. não é uma “demarche” que dê frutos rapidamente. É necessário trabalhar seriamente durante alguns anos (+/- 3 anos) para que se consiga atingir os objectivos traçados.

## **6.12 As 12 etapas de lançamento da TPM**

A fase preliminar e introdutiva da TPM é particularmente importante, da mesma forma que é a reflexão sobre as diferentes etapas a partir do momento em que lançamos novos produtos.

### **6.12.1 Sistema de preparação de lançamento da TPM**

#### **6.12.1.1 Declaração da direcção de lançamento da TPM**

O anúncio feito pela direcção permite criar um ambiente que facilitará a compreensão de todos do que quer e espera a direcção, possibilitando uma melhor atitude de todos no momento do lançamento.

#### **6.12.1.2 Pontos a desenvolver**

1 – A informação de que a introdução da metodologia TPM foi decidida pela direcção deve ser passada em reuniões do comité e em reuniões de enquadramento.

2 – A planificação de sessões de informação, da intenção do enquadramento da metodologia, deve ser feita pela direcção nessas reuniões.

3 – Publicar internamente a decisão da direcção.

No caso de grandes sociedades, compostas por várias fábricas, devem ser escolhidas no início apenas algumas fábricas, servindo de modelos, e depois reconduzir estes modelos para as outras fábricas da sociedade.

Mesmo nos casos em que a decisão de implementar a metodologia parte de um departamento ou de uma fábrica o presidente da direcção deve manifestar o seu acordo informando todos da sua vontade de colocar em prática a TPM.

### 6.12.1.3 Formação inicial e promoção da TPM

A TPM visa a regeneração da cultura da empresa como meio de melhoria das competências dos homens e da fiabilidade dos equipamentos. O objectivo da formação inicial em cada nível hierárquico é de obter uma compreensão completa da finalidade da TPM.

É conveniente programar uma formação inicial baseada em:

- Direcção:
  - Formação destinada à direcção.
  - Enquadramento das informações.
  - Critérios de preço da excelência.
  
- Chefes de serviço e adjuntos:
  - Formação TPM destinada ao enquadramento.
  
- Engenheiros e animadores de grupos de trabalho:
  - Formações destinadas a chefes de equipas de exploração.
  - Cursos de instrutor.

A TPM nunca será eficaz se colocada em prática logo após a decisão da direcção. É necessário e indispensável que haja formação e treino de adaptação antes do arranque da TPM.

A formação deve contemplar não apenas as pessoas da exploração e manutenção, mas também, os gabinetes de estudos, as compras, o aprovisionamento, etc.

### 6.12.1.4 Implementação numa instalação piloto

A promoção da implementação da TPM deve ser feita através de uma instalação “piloto”, retirando dos esforços efectuados experiência e motivação para estender a metodologia a todas as instalações.

### 6.12.1.5 Definição das políticas de base e objectivos

- 1 – Explicar a integração da TPM na política da empresa no plano de desenvolvimento a médio e longo prazo.
- 2 – Prever o prazo de obtenção de resultados.
- 3 – Definir as trajectórias a percorrer com base na situação inicial e nos objectivos propostos.
- 4 – Estimar os meios a utilizar e os custos envolvidos.

### 6.12.1.6 Construção de um programa de lançamento da TPM

Definir um programa para as diferentes etapas da TPM que tenha contemplado os princípios fundamentais:

- 1 – Manutenção autónoma
- 2 – Manutenção programada
- 3 – Formação e treino
- 4 – Melhoria caso a caso
- 5 – Capitalização e TPM no projecto

### 6.12.1.7 Lançamento oficial da TPM

- 1 – Organizar um evento que celebra o instante em que todos de devem apropriar da decisão tomada pela direcção, onde se declara o compromisso de fazer frente às 16 famílias de perdas.

2 – Exemplificar o que se pretende realizar.

3 – Apresentação da organização da TPM, políticas de base e programa de desenvolvimento.

4 – Discursos de motivação (efectuados pelos convidados).

5 – Convidar os clientes e parceiros das outras sociedades.

No quadro seguinte estão agrupadas as fases de implementação com as etapas e as respectivas acções a serem postas em prática.

<b>FASE</b>	<b>ETAPAS</b>	<b>PRINCIPAIS ACÇÕES</b>
<b>PREPARAÇÃO</b>	<b>1</b> - Declaração por parte da direcção da decisão de lançar a TPM.	Reunião com chefes de departamento e de serviço.
	<b>2</b> - Comunicação e formação em TPM.	Formação por níveis hierárquicos
	<b>3</b> - Promover a TPM a partir de um equipamento piloto	Equipamento modelo para a formação dos animadores e da sua hierarquia
	<b>4</b> - Definição dos princípios de base e objectivos para a TPM	Previsão de todos os efeitos
	<b>5</b> - Construção de um planning director de modo a enquadrar as actividades TPM	Desde as fases preparatória até à obtenção dos objectivos.
<b>LANÇAMENTO</b>	<b>6</b> - Lançamento oficial e arranque da TPM	Convite aos chefes de departamento, chefes de serviço e a todos os elementos dos grupos de trabalho.
<b>APLICAÇÃO</b>	<b>7</b> - Colocar em acção os sistemas destinados a melhorar a performance: <i>HOMEM, MÁQUINA e EMPRESA</i> Manutenção AUTÓNOMA Manutenção PROGRAMADA FORMAÇÃO e TERINO	<i>Procura da performance máxima</i> <i>Sistemas de etapas com auditorias</i>
	<b>8</b> - Colocar em acção o sistema zero defeitos	Concepção de produtos fáceis de fabricar e equipamentos fáceis de conduzir
	<b>9</b> - Sistema de controlo inicial para os novos produtos	Definição de condições que permitam realizar bons produtos
	<b>10</b> - Colocar em prática um sistema destinado a obter performance nos gabinetes	Ajuda à produção e melhoria da performance nos gabinetes
	<b>11</b> - Colocar em prática os sistemas destinados a obter a segurança, a higiene e as condições de trabalho	Zero acidentes Zero poluição
<b>REGIME ESTABLECIDO</b>	<b>12</b> - A TPM está generalizada e profissionalizada	

## 6.13 As etapas da MA / MP

### 6.13.1 Etapa 0

*Manutenção Autónoma:* Preparação

*Manutenção Programada:* Hierarquizar os equipamentos

- Criação de um grupo de trabalho: deve conter obrigatoriamente pessoas do “staff” da manutenção.
- Definição dos objectivos.
- Escolher a máquina escola.
- Compreender a situação actual.
- Escolher a família das perdas a tratar.
- Definir a data do arranque e o planificar o desenvolvimento.
- Calendarizar as paragens programadas.
- Prever as ferramentas e logística.
- Preparar o painel de animação e quadro de etiquetas.
- Definir o sistema de auditorias: “*A cada etapa uma auditoria*”.

### 6.13.2 Etapa 1

*Manutenção Autónoma:* Limpar, inspeccionar e etiquetar as anomalias.

*Manutenção Programada:* Análise das causas de perda

- Arranque da TPM.
- Presença de todos os elementos do grupo de trabalho.
- Dividir os participantes em subgrupos: Cada um com tarefas definidas.
- Limpar é inspeccionar.
- Utilização de etiquetas duplas para identificar as anomalias: uma parte deve ficar no local da anomalia e a outra no quadro de controlo.
- A cada anomalia uma etiqueta.
- A etapa 1 está mais relacionada com a detecção de anomalias e o conhecimento mais profundo da máquina.

*Para transitar para a etapa 2 é obrigatória uma auditoria à etapa 1.*

### 6.13.3 Etapa 2

*Manutenção Autónoma:* Tratar as fontes das anomalias.

*Manutenção Programada:* Tratar as degradações forçadas e naturais.

- Tratamento anomalias encontradas (80% no mínimo).

*Para transitar para a etapa 3 é obrigatória uma auditoria à etapa 2.*

### 6.13.4 Etapa 3

*Manutenção Autónoma:* Estabelecer os standards provisórios de MA.

*Manutenção Programada:* Prevenir as reparações das falhas.

- Definir as zonas a inspeccionar e formas de fazer.
- Definir tempos, periodicidades e responsabilidades.
- Implicar os operadores na elaboração dos standards de MA.
- Definir o percurso lógico das operações.
- Formar e treinar as pessoas a partir dos standards.

*Para transitar para a etapa 4 é obrigatória uma auditoria à etapa 3.*

### 6.13.5 Etapa 4

*Manutenção Autónoma:* Formação / acção nos standards de MA.

*Manutenção Programada:* Organizar e realizar o PMP.

- Formação / acção nos standards de MA.
- Organizar e assegurar a execução do PMP.
- Estágio com o staff da manutenção para os operadores.
- Melhorar as falhas de concepção dos equipamentos e os métodos de manutenção.

*Para transitar para a etapa 5 é obrigatória uma auditoria à etapa 4.*

### 6.13.6 Etapa 5

*Manutenção Autónoma:* Inspeccionar no quotidiano.

*Manutenção Programada:* Melhorar a prática do PMP.

- Melhorar os Standards: reagrupar as tarefas que podem ser suprimidas ou adicionando outras.
- Identificar os sinais antes de ocorrerem as falhas.
- Desenvolver actividades para diminuir os tempos de manutenção correctiva.
- Execução de trabalhos de grupo, QC Story, PDCA, etc.

*Para transitar para a etapa 6 é obrigatória uma auditoria à etapa 5.*

### 6.13.7 Etapa 6

*Manutenção Autónoma:* Reduzir os tempos de inspecção.

*Manutenção Programada:* Fazer a ligação entre o estado do equipamento e a qualidade peça.

- Reduzir falhas que provoquem um funcionamento em modo degradado.
- Identificar as relações entre a qualidade do produto e os parâmetros influentes dos equipamentos: Geometria, Temperatura, Débitos, Pressões, Intensidades, etc.

- Integrar o ambiente que rodeia o equipamento: Temperatura, Tensões, Qualidade e Pressão do ar, Vibrações; e reter os parâmetros a vigiar, definindo os seus sinais de alerta.

*Para transitar para a etapa 7 é obrigatória uma auditoria à etapa 6.*

### 6.13.8 Etapa 7

*Manutenção Autónoma: Melhorar no quotidiano.*

*Manutenção Programada: Utilizar o equipamento no seu limite.*

- Colocar em prática a Manutenção predictiva.
- Procurar e utilizar técnicas de diagnóstico dos equipamentos.
- Prever a duração de vida das peças críticas, utilizando meios de vigilância.
- Integrar funções de diagnóstico nos equipamentos.

A figura 25, seguinte mostra de forma sucinta todas as etapas da T.P.M., bem como as suas características, anteriormente apresentadas. A figura sugere a necessidade de dar “corda ao relógio” para que possa haver transição entre etapas e desse modo se possa avançar na “*demarche*”.

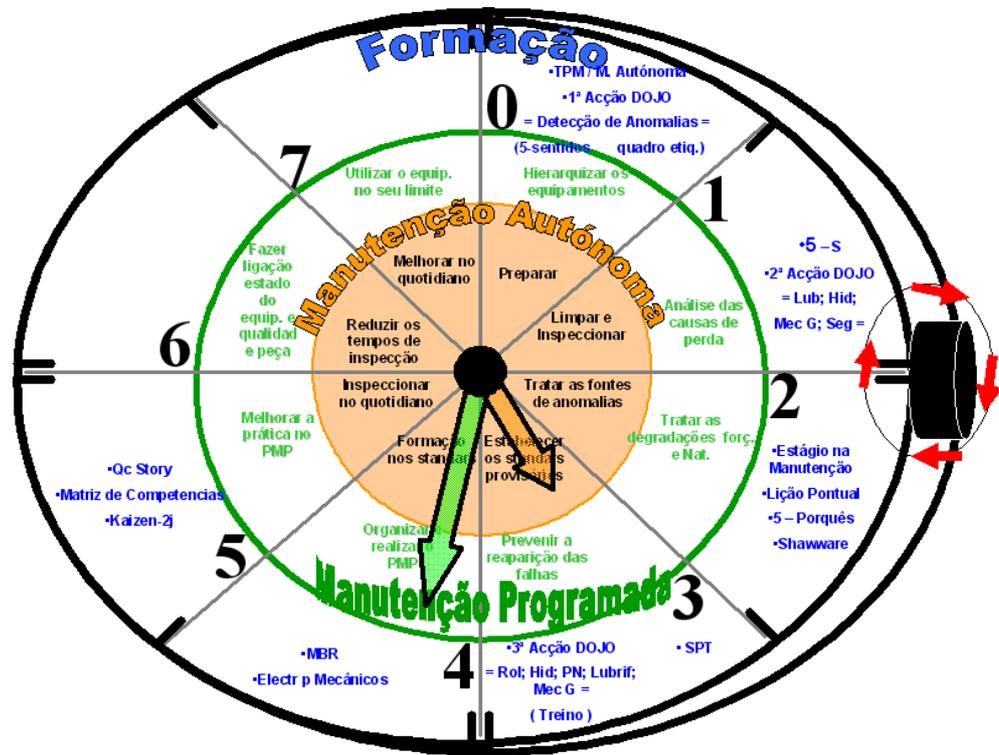


Fig 25: As etapas da T.P.M.

## 6.14 Ferramentas para aplicação da TPM

### 1) Detecção de anomalias

As anomalias geram falhas. É então necessário suprimir as causas dessas anomalias. A detecção de anomalias necessita de sentidos apurados, da observação da máquina em funcionamento e parada, da descaracterização (desmontar protecções) e da colocação de etiquetas no local das anomalias.



## 2) Análise “Porquê”

Colocar a questão “Porquê” tantas vezes quantas as necessárias para agrupar as causas primárias do problema e aplicação das acções correctivas.



## 3) PDCA

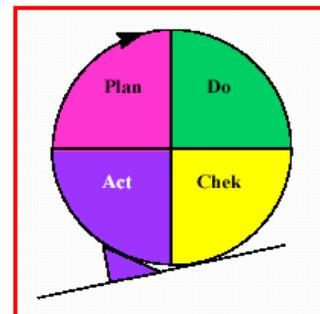
Consiste nas etapas de seguimento de uma melhoria:

**Plan** – Planear: Compreender a situação actual e fixar um objectivo.

**Do** – Fazer: Colocar em prática um plano de acções correctivas e executar o seguimento das medidas aplicadas.

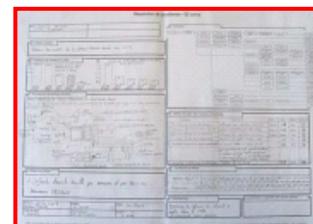
**Check** – Verificar: Avaliar os resultados e compreender as razões dos desvios.

**Act** – Agir: Estandardizar e generalizar de modo a evitar ocorrências semelhantes.



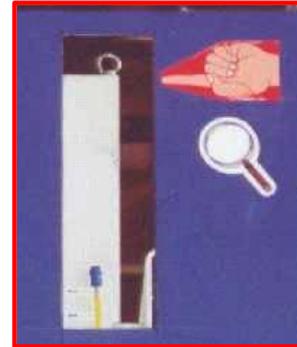
## 4) Trabalhos de grupo - Análise

É necessário nomear um piloto que vai constituir um grupo com um tempo de trabalho limitado e que reúna as competências necessárias à resolução do problema.



**5) Gestão visual**

O objectivo é dar visibilidade e acessibilidade a todos. Valores limite de trabalho, órgãos do equipamento, fenómenos físicos das máquinas, objectivos da “demarche”, etc.,



**6) Lições pontuais**

Pequenas formações, que se resumem a 2 ou 3 minutos, e que tratam um ponto-chave sob o formato de uma ficha, de uma forma concisa e prática, com desenhos, esquemas, fotos, etc. São utilizadas individualmente ou em grupo.

Existem 3 categorias de lições pontuais:

**Conhecimento de base:** Completar conhecimentos com vista a desenvolver as actividades de fabricação e manutenção.

**Disfuncionamento:** Ensinar os pontos importantes para impedir a aparição de um disfuncionamento.

**Melhoria:** Partilhar uma melhoria que deu bons resultados.

**7) Utilização dos sentidos**

Utilização dos nossos sentidos no sentido de verificar o estado de ligações flexíveis, temperaturas, pressões, fugas, ruídos, ventilações, etc.

Lição Pontual		N.º	TPM
Conhecimento de base	<input type="checkbox"/>	1	<input checked="" type="checkbox"/>
Manutenção	<input type="checkbox"/>		
Disfuncionamento	<input type="checkbox"/>		
Tema		Eme. Por.	Validação
Controle visual dum aperto.			
Aperte este modelo nos apertos críticos.			
Quando o aperto está correcto, execute um traço continuo com tinta. Conforme fig. 1.			
Verifique se está preconizado um binário de aperto, em caso afirmativo, verifique sempre com chave dinamométrica antes da marcação.			
O aperto correcto		Dispositivo de marcação	
Valores Sugeridos de Aperto			
Classe de qualidade	0,2	0,3	0,4
M6	10	15	20
M8	15	20	25
M10	20	25	30
M12	25	30	35
M16	35	40	45
M20	45	50	55
Data: _____			
Formado: _____			
Validado: _____			



### 8) Optimização do PMP

Lista de todas as acções a efectuar numa máquina ou instalação de forma a conservar o seu estado original, baseado no seguimento de todas as intervenções de manutenção preventiva optimizadas e testadas no terreno.

Sub-Componente	Elemento	Acção a Efectuar	Equipamento		Dados de Substituição		Materiais
			Valor Limite	Parâmetro	Intervalo	Código	

### 9) Espaços de formação e treino.

Espaços destinados a formação, treino, aprendizagem de vocabulário relacionado com os equipamentos, transmissão de conhecimentos e experiências. São compostos por maquetas, órgãos de máquinas, ferramentas, órgãos danificados por má regulação ou aplicação, etc.



A importância destes espaços é vital para a cultura da TPM e na sua utilização deve ser contemplada a importância que tem para os operadores.



### 10) Capitalização

Possibilidade de formalizar, com a experiência adquirida, as acções vividas no terreno. A capitalização pode integrar os domínios técnicos, económicos, condições de trabalho, etc.



## 6.15 Contribuição da TPM para o sistema de produção

1) Assegurar a 100% a qualidade exigida pelos clientes.

- Utilização da experiência adquirida em equipamentos semelhantes.
- Autonomia das linhas de produção.
- Sistematizar as tarefas de manutenção autónoma.
- Criar, aplicar e otimizar os planos de manutenção preventiva e de vigilância.

## 2) Redução do custo global

- Conceber equipamentos fiáveis e de boas condições de limpeza.
- Melhorar a visibilidade para reduzir e otimizar as intervenções.
- Tratar as anomalias ainda na fase de projecto.
- Aumentar a duração de vida, escolhendo as melhores peças de reserva e ferramentas utilizadas.
- Escolher os equipamentos tendo em conta os custos de exploração.
- Aumentar o rendimento global para aumentar o tempo de utilização dos equipamentos.

## 3) Fabricar os produtos no momento certo.

- Instaurar um sistema de manutenção que interfira o menos possível com o sistema de produção e com os menores custos.

- Dar visibilidade, de forma simples, aos fenómenos físicos que permitem avaliar o estado de um equipamento durante o seu funcionamento.
  - Melhorar a performance de cada equipamento.
- 4) Responsabilizar e respeitar os homens.
- Estabelecer e fazer compreender, a todos os níveis, a ligação entre os objectivos e as tarefas.
  - Fazer participar cada um na resolução de problemas, de acordo com as suas competências.
  - Tratar os problemas em grupo e afixar os resultados, valorizando os participantes.
  - Participar, o mais cedo possível, com o fornecedor na resolução de anomalias.
  - Desenvolver espaços de formação e treino.

## Síntese do Capítulo 6

A “*demarche*” T.P.M., existe há mais de 15 anos, visa a melhoria do rendimento global das instalações industriais, nomeadamente, aumentando a disponibilidade das máquinas e o respeito das velocidades nominais.

Neste sentido a T.P.M. apoia-se, num primeiro tempo, no desenvolvimento da capacidade dos homens a identificar, analisar e eliminar todas as causas das perdas das instalações, e, num segundo tempo, no desenvolvimento estruturado dos 5 pilares principais da “*demarche*”.

Neste sentido a compreensão e a apropriação da T.P.M. pelos quadros dirigentes, é primordial para o seu desenvolvimento sustentado.

## Glossário de termos de manutenção

### A

- **ACESSO:** forma de ganhar entrada a um sistema (equipamento) ou parte do sistema.
- **ACESSIBILIDADE;** medida da facilidade de admissão a várias áreas de um sistema para serviços de manutenção.
- **ALINHAMENTO:** Execução de ajustamentos que são necessários para pôr um sistema no seu modo de funcionamento normal.
- **AVARIA:** Ocorrência que determina a cessação da aptidão de um bem para a função requerida. Pode ser também definida como falta de aptidão para atingir um determinado nível de desempenho.
- **ALGORITMO:** Conjunto de regras ou processos bem definidos para a solução de um problema num determinado número finito de passos.

### B

- **BACKLOG:** Conjunto de todas as encomendas recebidas mas ainda não satisfeitas – encomendas abertas.

- **BACKORDER:** Uma encomenda ou compromisso ainda não satisfeito. É uma encomenda cujo prazo de entrega já foi ultrapassado.
- **BOTTLENECK** ou **MÁQ. TAMPÃO:** É uma máquina ou instalação que limita a capacidade de produção. A taxa de chegada de trabalho é superior à taxa de produção.
- **BACK SCHEDULING** ou **PROGRAMAÇÃO em ATRASO:** Técnica usada para calcular o início de produção e a data de conclusão. As operações de fabrico são planeadas o mais tarde possível tendo em conta a sua duração e o prazo de entrega. Esta técnica permite iniciar o mais tarde possível as operações reluzindo assim a permanência de stocks intermédios.
- **BEM:** Produto concebido para assegurar uma determinada função.

## C

- **CARGA PROGRAMÁVEL:** Potencial de trabalho em horas x homem considerado na programação de trabalho que está disponível para ser programado no tempo e atribuído aos trabalhos de manutenção programados.
- **CARGA RESERVADA:** Potencial de trabalho em horas x homem que é reservado na programação de trabalho para execução de trabalhos de manutenção correctiva de urgência.
- **CHECK- OUT:** Testes ou observações levadas a cabo num elemento ou componente para avaliar a sua condição.

- **CICLO DE VIDA DE UM BEM DURÁVEL:** Período dividido em fases que decorre desde a determinação de uma necessidade, abrange o desenvolvimento e a utilização em serviço e termina com a eliminação progressiva e abate final.
- **CICLO DE VIDA:** Um ciclo de vida é constituído pelas seguintes fases no que concerne à intervenção da manutenção: pré-projecto, definição do projecto, concepção e desenvolvimento do projecto, construção, utilização e eliminação (desclassificação e abate).
- **CERTIFICADO DE SEGURANÇA:** Documento escrito e assinado autorizando o acesso a um equipamento e que define as condições e regras de segurança exigíveis para a execução de um trabalho de manutenção.
- **COMPONENTE:** Elemento que constitui parte de um equipamento e que contribui para o desempenho da sua função. Estes não são normalmente reparáveis, sendo por isso substituídos quando a sua degradação o justifica.
- **CENTRO DE CUSTOS:** O mais pequeno segmento de uma organização para o qual os custos são recolhidos e representativos.
- **CÓDIGOS DE BARRAS:** Método para codificar dados possibilitando um modo de leitura e transmissão fiável e exacto. Os códigos de barras são um conjunto de linhas espessas ou finas, pretas ou brancas, verticalmente imprimidas onde a espessura das linhas e o espaço entre estas é arranjado para representar letras ou números.
- **CONSERVAÇÃO:** O conjunto de acções destinadas a manter os bens armazenados em condições de operacionalidade. Este

termo emprega-se para referir a manutenção dirigida ao material em armazém, seja ele um equipamento ou uma peça de reserva, utilizando-se mais genericamente o termo manutenção para o parque de máquinas e instalações em funcionamento.

- **CUSTO DE POSSE DOS STOCKS:** Total das despesas originadas pelas existências em stock que incluem os juros correspondentes ao capital imobilizado em stocks, despesas de armazenamento e seguros.
- **CUSTO DIRECTO DE MANUTENÇÃO:** Total das despesas de mão-de-obra, materiais e serviços efectuados (incluindo os de subcontratação) na actividade manutenção.
- **CUSTO INDIRECTO DE MANUTENÇÃO:** Valor da produção não produzida originada pelas paragens de produção motivadas pela manutenção (correctiva e preventiva com paragem de produção). Inclui os encargos fixos não cobertos, os encargos variáveis não incorporados e a margem de lucro perdida.

## D

- **DEGRADAÇÃO:** Perda gradual da capacidade de um equipamento em desempenhar as funções para que foi concebido.
- **DETECÇÃO DE FALHA:** Indicação de que um dado componente ou elemento não está a desempenhar as funções para que foi concebido.
- **DIAGNÓSTICO:** Identificação da causa provável de uma avaria com a ajuda de um raciocínio lógico, baseado num conjunto de

informações provenientes de uma inspecção, de um ensaio, de variáveis ou de elementos constantes de um registo histórico.

- **DIAGRAMA DE CAUSA – EFEITO:** Definição precisa de um problema ou acontecimento, com um diagrama de ramificações levando desde a definição do problema até às potenciais causas. É também conhecido por diagrama da espinha de peixe “fish bone” ou diagrama de “Ishikawa”.
- **DISPONIBILIDADE:** Medida do grau de operacionalidade de um sistema no início de uma missão, quando a missão é suposto durar um tempo não determinado.
- **DISPONIBILIDADE ATINGIDA:** Probabilidade de um sistema ou equipamento, aplicado em condições bem definidas, em funcionar satisfatoriamente num momento. Inclui o tempo de paragem para manutenção correctiva e preventiva. Não inclui o tempo de logística.
- **DISPONIBILIDADE INERENTE:** Probabilidade de um sistema ou equipamento, quando usado em condições bem definidas, sem consideração de qualquer acção de manutenção preventiva e num ambiente tido como ideal, em desempenhar a sua função satisfatoriamente num dado momento. Exclui o tempo de espera.
- **DISPONIBILIDADE OPERACIONAL:** Probabilidade de um sistema ou equipamento, quando usado em condições bem definidas, no actual ambiente de operação, funcionar correctamente num dado momento. Inclui tempos de paragens.
- **DURABILIDADE:** É a medida de resistência de um equipamento ou instalação ao desgaste e às variações físico-químicas sob determinadas condições de uso ou de armazenagem.

## *E*

- **EQUIPAMENTO:** Elemento que desempenha, ao nível do sistema onde está inserido, uma função completa. Por exemplo, um motor a diesel, um compressor, etc.
- **EMPRESA DE MANUTENÇÃO:** Empresa especializada na prestação de serviços de manutenção.
- **ESPECIFICAÇÃO:** Documento que descreve em pormenor os requisitos a que um produto ou serviço têm que obedecer.
- **ESTRATÉGIA DA MANUTENÇÃO:** Conjunto de objectivos, definições, princípios e políticas referentes à função manutenção que determinam o desenvolvimento e aplicação dos seus recursos.
- **EXISTÊNCIA:** Conjunto de bens que uma organização deve manter na sua posse para permitir a continuidade e regularidade de produção de bens e serviços.

## *F*

- **FIABILIDADE:** Aptidão de um bem para realizar uma determinada função durante um dado período e em condições bem definidas.
- **FILA DE ESPERA:** Volume de requisições ou pedidos de trabalho em espera para serem executados.

- **FMD:** Método de análise de avarias e dos seus efeitos, aplicado com o objectivo de encontrar soluções que reduzam a sua ocorrência.

## G

- **GESTÃO DA PROCURA:** Função que reconhece e gere toda a procura de produtos de modo a que o plano director de produção tenha conhecimento das necessidades de produção. Esta actividade engloba as previsões, entrada de encomendas, promessas de compra, etc.
- **GRÁFICO DE GANT:** Gráfico de controlo especialmente concebido para ilustrar graficamente as relações entre o desempenho entre as actividades planeadas e o desempenho previsto. Este gráfico recebeu o nome do seu criador, Henry Gant.
- **GRAU DE URGÊNCIA:** Classificação atribuída às requisições de trabalho de manutenção que determina a prioridade de execução.

## H

- **HEURÍSTICA:** Forma de resolução de problemas em que as regras utilizadas são determinadas pela experiência ou pela intuição em vez da optimização.

## I

- **INSTRUÇÕES DE MANUTENÇÃO:** Documentação que descreve detalhadamente os procedimentos e as circunstâncias da realização de intervenções de manutenção.
- **INVENTÁRIO:** Artigos ou produtos em stock, ou trabalho em processo, que serve para suportar as diversas fases do processo de fabrico e de produtos acabados. Do inventário pode constituir os stocks de matéria-prima, de produtos semi-acabados e produtos finais.
- **ISOLAMENTO DA FALHA:** Processo de determinar a localização da falha e reconhecimento da necessidade de reparação / intervenção.
- **ÍNDICE DE RUPTURA:** Relação entre o número de requisições não satisfeitas e o número total de requisições efectuadas durante um determinado período de tempo.

## J

- **JIDOCA:** Prática (ou permissão) utilizada para parar a produção quando um defeito ocorre, quer o defeito seja provocado pelo equipamento ou por deficiências de qualidade.
- **JOB SHOP:** Termo atribuído à produção intermitente e em pequenos volumes. A produção varia com frequência, com elevados níveis de inventário, elevada flexibilidade e elevado custo de produção. O layout deste tipo de produção é conhecido por layout funcional porque o equipamento é organizado por funções de modo a conferir elevada flexibilidade ao sistema.

## K

- **KNOW-HOW:** Conhecimento adquirido, experiência ou sabedoria. Saber fazer.

## L

- **LOGÍSTICA:** É a arte, ou ciência, de Obter e distribuir materiais e produtos pelas funções produtoras e requisitantes.

## M

- **MANUAL TÉCNICO:** Documento que em relação a uma dada instalação ou equipamento fornece dados e informações abrangendo os seguintes assuntos: Finalidade, modo de operar, descrição técnica, manuseamento, instalação, armazenagem, instruções de manutenção, programa de manutenção, lista de componentes, etc.
- **MANUTENÇÃO:** Combinação das acções de gestão, técnica e económicas, aplicadas aos equipamentos / instalações, para optimização dos seus ciclos de vida. Todas as acções necessárias para manter, ou reparar um equipamento ou sistema de modo a restaurar a sua condição inicial de bom funcionamento.
- **MANUTENÇÃO CONDICIONADA:** Manutenção subordinada à evolução dos parâmetros funcionais de um determinado equipamento ou sistema, para decidir o momento óptimo de uma

determinada intervenção. Eliminação das substituições programadas em favor da contínua ou periódica avaliação do estado de condição do equipamento de modo a garantir que este continue a funcionar dentro dos limites aceitáveis.

- **MANUTENÇÃO CORRECTIVA:** Manutenção efectuada após a ocorrência de uma avaria com cessação da aptidão de um bem para desempenhar a função requerida, destinada a restaurar a aptidão desse bem. Estas acções devem ser reduzidas ao mínimo através da racional gestão e planificação das tarefas de manutenção.
- **MANUTENÇÃO MELHORATIVA:** Tipo de manutenção efectuada com o objectivo de reduzir ou eliminar necessidades de manutenção através da introdução de modificações que melhorem a fiabilidade e manutibilidade dos equipamentos.
- **MANUTENÇÃO PROGRAMADA:** Tipo de manutenção organizada com antecedência, em que são fixadas as tarefas, os métodos, os materiais, as ferramentas, a mão-de-obra, o tempo requerido e o momento recomendável para as intervenções de manutenção.
- **MANUTENÇÃO SISTEMÁTICA:** Manutenção preventiva de natureza cíclica estabelecida em função do número de unidades de utilização de um bem durável.
- **MANUTENÇÃO PREVENTIVA:** Manutenção realizada em intervalos de tempo pré-determinados ou de acordo com critérios prescritos, com o objectivo de reduzir a probabilidade de avaria de um bem durável (ex. Mudança de óleo num equipamento).
- **MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - TPM:** Manutenção efectuada no equipamento e instalações, com o objectivo de

aumentar a eficiência e o lucro da produção através da redução das perdas e dos custos inerentes. Inclui a manutenção preventiva, correctiva e condicionada, envolvendo toda a estrutura da empresa (desde a direcção ao operador) com especial relevo para a função produção.

- **MANUTIBILIDADE:** Mede a capacidade ou facilidade de um bem ser reparado. Aptidão de um equipamento em condições de uso específicas para ser mantido ou restaurado de tal modo que se possa realizar as funções que lhe são exigidas quando a manutenção é realizada em condições definidas e utilizando procedimentos e recursos prescritos.
- **MATERIAIS DE CONSUMO:** Conjunto de bens de utilização corrente que são exauridos normalmente, que seja na produção quer seja em intervenções de manutenção, (ex. Óleo, massa lubrificante, fusíveis, etc.).
- **MEDIÇÃO DO TRABALHO:** A aplicação de técnicas desenvolvidas para estabelecer o tempo (tempo padrão) para que um trabalhador qualificado desempenhe uma tarefa específica num determinado nível de desempenho.
- **MONTAGEM:** Um grupo de produtos semi-acabados ou de componentes que são associados para formar um produto acabado ou um módulo de uma montagem final.

## O

- **ORDEM DE TRABALHO – OT:** Uma ordem de trabalho serve para: veicular a necessidade da execução de um trabalho de manutenção, detalhar todas as coordenadas do objecto a que se

destina, conter os respectivos parâmetros de gestão (área de intervenção, prioridade e tipo de trabalho). Uma OT pode também conter a descrição completa e sequencial do trabalho a realizar bem como as ferramentas e materiais a utilizar. Após a realização do trabalho a OT pode servir como registo histórico.

- **ORDEM DE TRABALHO PROGRAMADA:** É a OT cuja execução já foi decidida. Depois de ter sido planeada e da respectiva execução ter sido avaliada, o gestor marcou a sua execução para uma determinada data.

## P

- **PEÇA DE RESERVA – SOBRESSALENTE:** É a peça destinada a substituir outra peça degradada ou defeituosa, sendo capaz de desempenhar todas as funções desta. Existindo em qualidade, quantidade e no instante necessário, são um importante meio auxiliar da organização da manutenção.
- **PEÇA DE RESERVA ESPECÍFICA:** Peça normalmente fornecida pelo fabricante do equipamento (ex. Veio, etc.).
- **PEÇA DE RESERVA COMUM:** Peça que pode ser aplicada em vários equipamentos distintos (ex. Rolamentos, correias, etc.).
- **POLITICA DE MANUTENÇÃO:** Descrição da forma, conteúdo e condições de manutenção que devem ser aplicadas a um bem durável.
- **PONTO DE ENCOMENDA:** Define o nível mínimo de existências (stock) a partir do qual se deve accionar uma nova encomenda de material.

- **PRODUTIVIDADE:** Relação entre a produção gerada e os factores utilizados para a obter.
- **POKA-YOKE:** Técnica de determinação de erros (humanos), como por exemplo uma actividade de produção concebida de forma a evitar erros de fabricação resultando num defeito do produto final.

## Q

- **QUALIDADE:** Conformidade ou uniformidade com os requisitos do projecto e/ou da produção.
- **QUANTIDADE ECONÓMICA DE ENCOMENDA:** Quantidade de encomenda fixa, a qual determina o montante de materiais ou produtos que necessitam de ser comprados ou produzidos de cada vez. O objectivo é minimizar os custos totais com os stocks através do balanço entre os custos de encomenda e os custos de posse.

## R

- **REGISTO HISTÓRICO:** Registo das intervenções de manutenção efectuadas num bem ao longo do seu ciclo de vida.
- **RELATÓRIO DE TRABALHOS:** É uma OT com o estatuto de “encerrada”. Depois do trabalho ter sido efectuado, o facto é registado bem como os recursos utilizados.
- **REPARAÇÃO:** Intervenção da manutenção efectuada num bem durável, que conduz ao restabelecimento das funções para as

quais foi concebido, através de renovação, substituição ou recuperação das peças danificadas.

- **REVISÃO:** Conjunto de acções de inspecção, controlo e intervenção efectuadas num bem durável, com vista a reduzir a probabilidade de ocorrência de avarias, durante um determinado período de tempo ou unidades de funcionamento.
- **REQUISIÇÃO DE TRABALHO:** Documento que solicita a execução de um trabalho.
- **REPORTÓRIO DE EQUIPAMENTOS:** Listagem de todos os equipamentos pertencentes a uma dada instalação, fábrica ou área de produção subordinadas a uma mesma linha hierárquica de gestão.

## S

- **SEGURANÇA:** A ausência de riscos inaceitáveis para pessoas, bens e equipamentos.
- **SHOP – FLOOR:** Designação atribuída ao local de trabalho da planta fabril. Local onde a produção está instalada.
- **SISTEMA PERICIAL – EXPERT SYSTEM:** Sistema baseado na inteligência artificial que pode resolver problemas utilizando o conhecimento de especialistas humanos e informações sobre o contexto. É composto por regras, factos e heurísticas que lhe são fornecidas por especialistas.

- **SINGLE MINUTE EXCHANGE of DIE – SMED:** Conceito de tempo de preparação de máquinas em menos de 10 minutos desenvolvido por Shigeo Shingo na Toyota nos anos 70.
- **STOCK DE SEGURANÇA:** Quantidade mantida em stock para ser usada em situações de procura superior ao normal, flutuações de produção e atrasos nas entregas e/ou na produção.

## T

- **TAXA DE ROTAÇÃO DE STOCKS:** É a relação entre a quantidade ou valor das saídas de armazém e a quantidade ou valor dos respectivos stocks durante um determinado de tempo.
- **TECNOLOGIA DE GRUPO:** Filosofia de engenharia e de produção que identifica as similaridades de produtos a desenhar e/ou fabricar ou processos de fabrico de modo a retirar vantagens destas similaridades através do seu agrupamento em famílias. Esta filosofia é um dos princípios básicos da produção celular e da produção repetitiva em just in time (JIT).

## V

- **VISITA DE MANUTENÇÃO:** Operação de manutenção preventiva que consiste num exame detalhado e preestabelecido de todos ou parte dos diferentes elementos de um equipamento.

Z

- **ZERO STOCK:** Filosofia da produção baseada na eliminação planeada de qualquer forma de desperdício e no consistente melhoramento da produtividade. Envolve uma execução bem sucedida de todas as actividades de produção necessárias para produzir um produto final.

## Acrónimos de manutenção e produção

**A** – Disponibilidade (Availability)

**AI** – Inteligência Artificial (Artificial Intelligence)

**F** – Probabilidade de Falha (Failure Probability)

**CAD** – Desenhos e Projectos Assistidos por Computador (Computer Aided Design)

**CAM** – Produção Assistida por Computador (Computer Aided Manufacturing)

**CAD/CAM** – Desenho, Projecto e Produção Assistidos por Computador (Computer Aided Design and Manufacturing)

**CCA** – Análise de Componentes Críticos (Critical Component Analysis)

**CIM** – Produção Integrada por Computador (Computer Integrated Manufacturing)

**CNC** – Controlo Numérico por Computador (Computer Numerical Control)

**CPM** – Método do Caminho Critico (Critical Path Method)

**CRP** – Planeamento das Necessidades de Capacidade (Capacity Requirements Planning)

**EDI** – Transferência Electrónica de Dados (Electronic Data Interchange)

**EFNMS** – Federação Europeia de Sociedades de Manutenção  
(European Federation of National Maintenance Societies)

**FMEA** – Análise dos Modos de Falha e Efeitos (Failure Mode and  
Effects Analysis)

**FMS** – Sistema Flexível de Produção (Flexible Manufacturing System)

**GASP** – General Activity Simulations Program

**GMAC** – Gestão da Produção Assistida por Computador

**GPSS** – General Purpose Simulation System

**I&D** – Investigação e Desenvolvimento

**I/O** – Input / Output

**JIT** – Just In Time

**LCC** – Custo do Ciclo de Vida (Life Cycle Coast)

**MA** – Manutenção Autónoma

**MC** – Manutenção Condicionada

**MCE** – Manutenção Correctiva de Emergência

**MCP** - Manutenção Correctiva Planeada

**MI** – Manutenção Industrial

**MIC** – Gestão para a Criação e Inovação (Management for Innovation and Creation)

**MP** – Manutenção Preventiva

**MPS** - Manutenção Preventiva Sistemática

**MPS** – Plano Director de Produção (Master Production Schedule)

**MRP** – Planeamento das Necessidades de Materiais (Materials Requirements Planning)

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

**MTBQF** – Tempo Médio Entre Falhas de Qualidade (Mean Time Between Quality Failures)

**MTTR** – Tempo Médio Para Reparação (Mean Time To Repair)

**MTM** – Método para a Medida de Tempos (Method Time Measurement)

**MWT** – Tempo Médio de Espera (Mean Waiting Time)

**OGM** – Organização e Gestão da Manutenção

**OPT** – Optimized Production Technology

**OT** – Ordem de Trabalho

**PMA** – Plano de Manutenção Autónoma

**PERT** – Técnica de Revisão e de Avaliação de Projectos ou Programas (Program Evaluation and Review Technique)

**PIC** – Análise e Controlo de Desempenho (Performance Analysis and Control)

**PME** – Pequena e Média Empresa

**QEE** – Quantidade Económica de Encomenda

**R** – Fiabilidade (Reliability)

**RAP** – Relatório de Avarias Penalizantes

**RCM** – Manutenção Centrada na Fiabilidade (Reliability Centred Maintenance)

**SLAM** – Simulation Language for Alternative Modeling

**SPC** – Controlo Estatístico do Processo (Statistical Process Control)

**SS** – Stock de Segurança

**TMCS** – Sistemas de Controlo e Gestão de Ferramentas (Tool Management and Control Systems)

**TPM** – Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance)

**TQC** – Controlo Total da Qualidade (Total Quality Control)

**TQM** – Gestão Total da Qualidade (Total Quality Management)

**UNIDO** – Organização para o Desenvolvimento Industrial das Nações Unidas (United Nations Industrial Development Organization)

**WIP** – Trabalho em Processo (Work in Process)

# ANEXO A – Exercícios

### Exercício: Cálculo do MTBF, MTTR e Disponibilidade

1) Resolva as questões seguintes tendo por base as indicações seguintes:

**Dados:**

- Imagine que uma linha produtiva, trabalhando em fluxo tenso, teve o seguinte comportamento face a uma importante encomenda.

TF <sub>1</sub>	TR <sub>1</sub>	TF <sub>2</sub>	TR <sub>2</sub>	...	...	...	...	...	TR <sub>n</sub>	TF <sub>n</sub>
30h	3h	20h	1,5h	20h	6h	10h	3h	12h	4h	6h

**Calcule e diga o que entende por:**

- a) M.T.B.F.
- b) M.T.T.R.
- c) Disponibilidade.

---

**Exercício: Análise “Porquê”**

**Assinale para as questões seguintes a opção correcta.**

**A) Em que nos apoiamos na análise “Porquê”?**

- 1 – Em efeitos encontrados.
- 2 – Em efeitos potenciais.
- 3 – Em hipóteses.
- 4 – Em opiniões.

**B) Qual a primeira coisa a fazer depois de se decidir iniciar uma análise “Porquê”?**

- 1 – Verificar a conformidade da peça em falha.
- 2 – Colocar correctamente o problema.
- 3 – Listar todas as causas possíveis para o problema.

**C) Para tratar o problema, o que é necessário fazer?**

- 1 – Reportar o problema à sua função de suporte (manutenção, qualidade, ...
- 2 – Verificar que existe um controlo preventivo.
- 3 – Colocar a questão “Porquê” e responder “porque ...” tantas vezes quantas as necessárias.

**D) Como nos podemos assegurar de que respondemos correctamente à pergunta?**

- 1 – Verificando pelo caminho inverso que a causa implica o efeito.
- 2 - Colocar a questão “Porquê” e responder “porque ...” tantas vezes quantas as necessárias.
- 3 – Seguindo a eficácia das acções propostas pelas funções de suporte.

**E) Como nos podemos assegurar de que tomamos tudo em conta?**

- 1 – Verificando a ligação lógica entre causas e efeitos.
- 2 – Verificando se existe outras causas encontradas que não foram listadas.
- 3 – Listando todas as causas possíveis do problema.

**F) Quais são as 3 interrogações que devemos colocar quando colocamos em prática o plano de acções correctivas depois da análise?**

- 1 – Porquê fazer?
- 2 – Quem faz?
- 3 – O que fazer?
- 4 – Onde?
- 5 – Quando fazer?
- 6 – Como fazer?

**G) Como validamos a análise em caminho inverso?**

- 1 – Provavelmente.
- 2 – Sem dúvida.
- 3 – Então.
- 4 – Seguramente.

**Exercício: Análise “Porquê” – Aplicação da técnica**

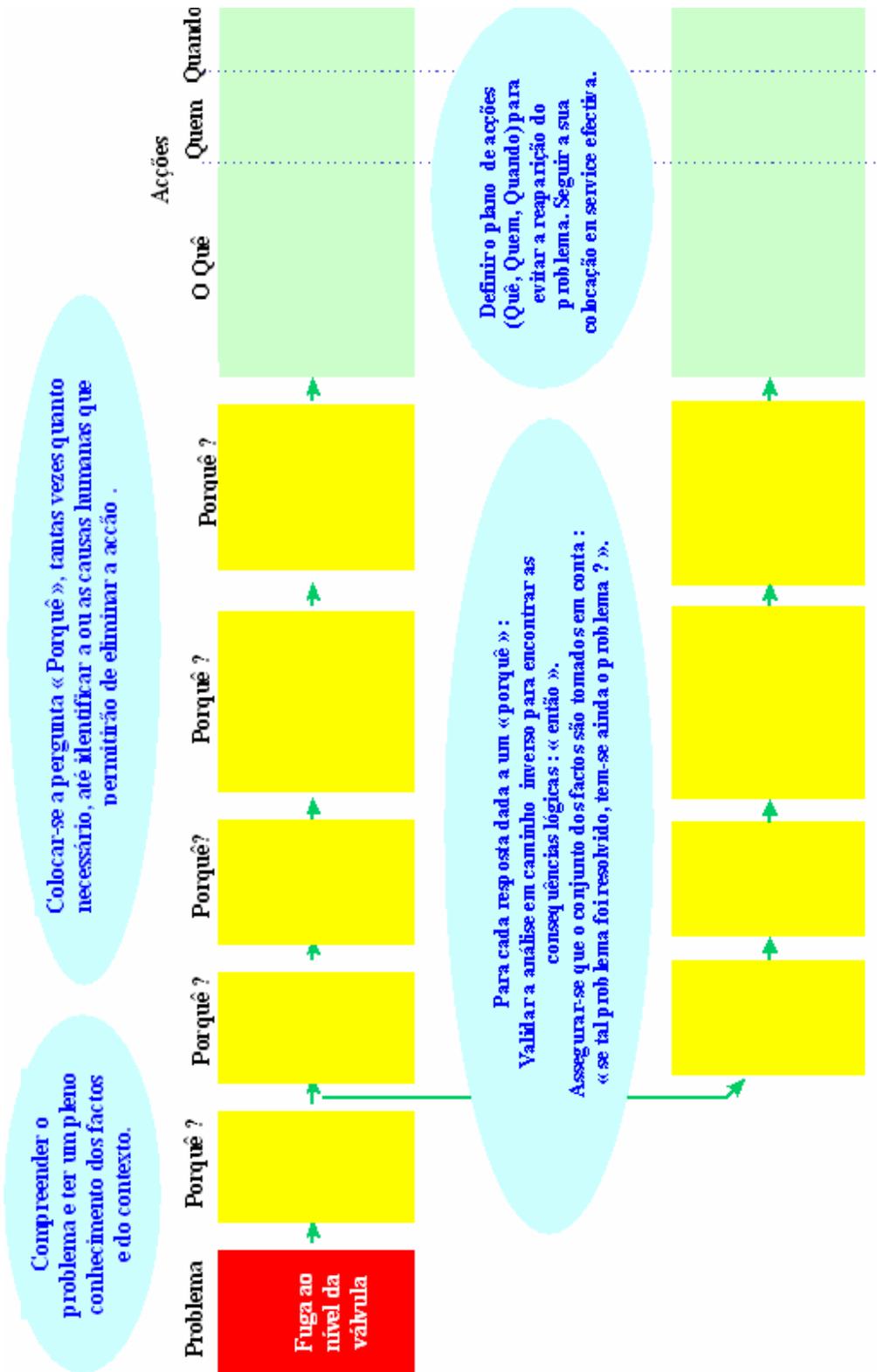
1) Para o fenómeno abaixo indicado, seleccione as sequências correctas, respeitando os métodos de aplicação da técnica de análise “Porquê”.

*Fenómeno: O funcionamento do cilindro hidráulico está lento.*

	<i>Porquê?</i>		<i>Resposta.</i>		<i>Acção.</i>
<b>A</b>	Porque é que o óleo está sujo?	<b>1</b>	Porque há uma fenda na parte de cima do tanque.	<b>E</b>	Substituir o óleo e limpar o tanque.
<b>B</b>	Porque é que o funcionamento está lento?	<b>2</b>	Porque as protecções são insuficientes.	<b>F</b>	Tapar todas as fendas.
<b>C</b>	Porque é que há projecção de limalhas e liquido de corte?	<b>3</b>	Porque o filtro está colmatado.	<b>G</b>	Suprimir as projecções de limalha e liquido de corte com um carter de protecção.
<b>D</b>	Porque é que o filtro está colmatado?	<b>4</b>	Porque o óleo está sujo.	<b>H</b>	Substituir o filtro hidráulico.

**Exercício: Aplicação Prática da Técnica “Porquê”**

- 1) Perante a situação apresentada, aplique a técnica de análise “Porquê”, de modo a chegar à(s) causa(s) primária(s) do problema, e proponha acções correctivas.



### Exercício: Métodos de análise de causas

Responda às seguintes questões, seleccionando, da coluna da direita, as respostas correctas.

Questão N° 1	
<b>O objectivo final do RAP é :</b>	<b>A</b> Escrever o conteúdo da intervenção para colocar em arquivo.
	<b>B</b> Guardar um histórico das intervenções.
	<b>C</b> Colocar em prática um plano de acções que permita reduzir as avarias longas.
	<b>D</b> Assegurar a qualidade do produto fabricado.
	<b>E</b> Melhorar a segurança de pessoas e bens.

Questão 2	
<b>O TOP das perdas de tempo serve para :</b>	<b>A</b> Detalhar correctamente a intervenção
	<b>B</b> Fiabilizar o equipamento
	<b>C</b> Identificar as perdas de tempo mais penalizantes
	<b>D</b> Evidenciar antecedentes
	<b>E</b>

Questão 3	
<b>O principio dos 5 porquês é :</b>	<b>A</b> Aplicar um método de diagnóstico
	<b>B</b> Propor 5 hipóteses de falha
	<b>C</b> Chegar à causa primária sob a qual podemos agir de forma eficaz
	<b>D</b> Explicar 5 tipos de dificuldades
	<b>E</b>

Questão 4

Qual das acções <b>não</b> é uma acção de capitalização?	<b>A</b>	Optimizar o plano de manutenção preventivo
	<b>B</b>	Criar uma FOS de diagnóstico
	<b>C</b>	Formar os técnicos
	<b>D</b>	Comunicar os resultados aos responsáveis por novos projectos
	<b>E</b>	Substituir o equipamento

Questão 5

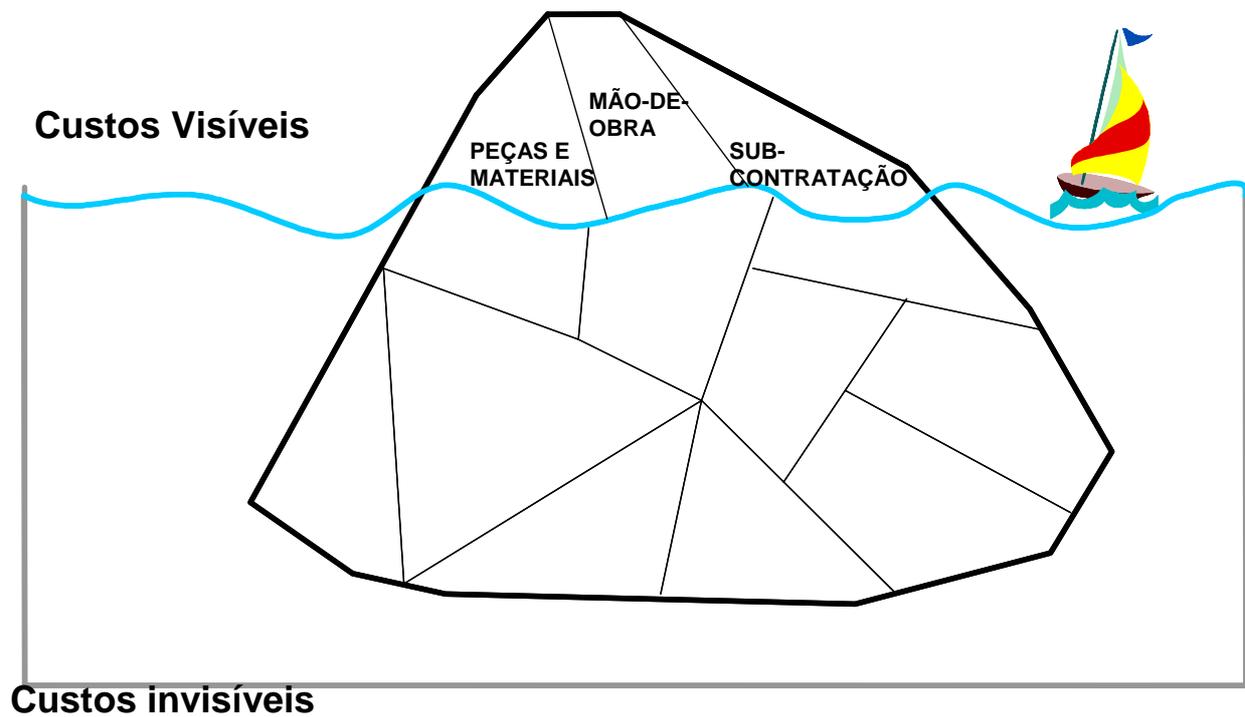
O objectivo da capitalização é de :	<b>A</b>	Arquivar os resultados
	<b>B</b>	Fiabilizar o equipamento
	<b>C</b>	Colocar em prática as acções correctivas em equipamentos similares
	<b>D</b>	Validar o plano de acções
	<b>E</b>	Formar grupos de trabalho

Questão 6

O tempo de diagnóstico é :	<b>A</b>	A soma da duração dos testes efectuados
	<b>B</b>	Desde o início da intervenção até à colocação em serviço
	<b>C</b>	O tempo total da intervenção menos o tempo de aprovisionamento
	<b>D</b>	Toda a parte da análise até à verificação da hipótese determinante
	<b>E</b>	Igual ao tempo de reparação

**Exercício: Iceberg de Custos**

1) Complete a figura seguinte, enumerando os custos invisíveis na manutenção.



### Exercício: Cálculo do Rendimento Operacional

1) Resolva as questões colocadas tendo por base as indicações seguintes:

#### **Dados:**

- Imagine-se uma linha de produção cuja máquina tampão é a máquina Y, local onde se devem descrever todos os acontecimentos / inconvenientes de produção no jornal de bordo, em que se verificou a seguinte situação:

Tempo total disponível: 8 hrs x 60' = 480'

Tempo para descanso programado ( reuniões incluídas) = 20'

Tempo para manutenção de 1º nível = 15'

- Neste dia o que aconteceu na linha ficou registado no jornal de bordo da máquina Y:

Tempo de ciclo = 30''

**Tempo perdido por avaria da máquina = 20'**

**Tempo perdido por regulação = 20'**

**Tempo perdido por mudança de série = 20'**

Tempo perdido por paragem por saturação = 10'

Tempo perdido por falta de peças = 10'

Peças boas fabricadas = 400

Sucatas = 8

#### **Calcule para esta linha:**

a) Tempo disponível para trabalho.

b) Tempo de funcionamento.

c) A disponibilidade operacional.

d) Rendimento Velocidade.

e) Taxa de qualidade.

f) Rendimento operacional (pela forma composta).

g) Rendimento operacional (pela forma simplificada).

## Exercício: Cálculo de Indicadores e Ventilação de Perdas de RO

- 1) A tabela apresentada, representa o funcionamento de uma linha de produção durante um determinado periodo de tempo. Complete a tabela, colocando os tempos de paragem de acordo com a sua natureza .

Hora	Natureza da Paragem	Tempo "Minutos"	Paragem Própria	Paragem Induzida		Não Requerida
				Falta de Peças	Saturação	
6h00	Início da produção					
6h15	Falta de deteção de movimento	3 '				
7h00	Pausa para lancha	10 '				
7h15	Falta de peças	25 '				
7h45	Mudança de ferramenta	12 '				
8h00	Peça mal posicionada	2 '				
8h05	Paragem para controlo geométrico	3 '				
8h15	Regulação de detector	5 '				
8h30	Peça posicionada	3 '				
8h45	Fuga de ar no cilindro pneumático	5 '				
9h15	Limpeza da ferramenta	2 '				
9h50	Espera para evacuação de peças	38 '				
10h30	Mudança de ferramenta	10 '				
11h00	Refeição	30 '				
11h45	Falta de peças	25 '				
12h15	Regulação de movimento	3 '				
13h00	Pausa para lancha	10 '				
13h50	Paragem de produção - voluntária-	10 '				
14h00	Fim do turno					
<b>TOTAL</b>						
<p>Horário da Equipa: 06h00 às 7h00 ==&gt; Produção  7h10 às 11h00 ==&gt; Produção  11h30 às 13h00 ==&gt; Produção</p> <p style="text-align: right;">Tempo de ciclo previsual: 48/100 min</p>						



2) Calcule os seguintes indicadores, com base na tabela anterior (tempos em minutos).

a) Tempo total de observação = .....

b) Tempo requerido da máquina = .....

c) Tempo de funcionamento da máquina = .....

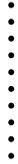
d) Tempo de trabalho afixado da equipa = .....

e) Tempo não requerido da máquina = .....

f) Tempo de ciclo real da máquina = .....

g) Disponibilidade Própria =  $\frac{\text{tempo de funcionamento}}{\text{Tempo de funcionamento} + \text{tempo de paragens próprias}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$

h) Disponibilidade Operacional =  $\frac{\text{tempo de funcionamento}}{\text{Tempo de funcionamento} + \text{tempo de parag próprias} + \text{tempo de parag induzidas}} \times 100$   
 =  $\boxed{\phantom{000}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$



$$\text{i) Tempo de paragem própria} = \frac{\text{tempo de paragens próprias}}{\text{número de paragens próprias}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}} = \boxed{\phantom{000}} \quad \text{-----}$$

$$\text{j) Freq de paragens próprias por mil peças} = \frac{\text{número de paragens próprias}}{\text{número de peças realizadas}} \times 1000 = \boxed{\phantom{000}} \times 1000 = \boxed{\phantom{000}}$$

$$\text{k) Rendimento operacional} = \frac{\text{número de peças boas realizadas à primeira}}{\text{número de peças teóricamente realizáveis no tempo requerido}} \times 100 =$$

$$= \boxed{\phantom{000}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$$

3) Calcule o rendimento operacional por tempos.

$$\text{Rendimento operacional} = \frac{\text{tempo de funcionamento para as peças boas à primeira}}{\text{Tempo requerido}} \times 100 =$$

$$= \boxed{\phantom{000}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$$



4) Efectue a ventilação das perdas de RO em %; cálculo por número de peças

**1) Pedas devidas a não qualidade**

$$Pnq = \frac{\text{número de peças más}}{\text{número de peças teóricamente realizáveis durante o tempo requerido}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}} \quad \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$$

**2) Pedas devidas à degradação do tempo de ciclo**

$$Ptcy = \frac{\text{número de peças perdidas devidas à degradação do tempo de ciclo}}{\text{número de peças teóricamente realizáveis durante o tempo requerido}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}} \quad \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$$

**3) Pedas devidas a paragens próprias**

$$Ppp = \frac{\text{número de peças perdidas devidas a paragens próprias}}{\text{número de peças teóricamente realizáveis durante o tempo requerido}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}} \quad \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$$

**4) Pedas devidas a paragens induzidas**

$$Ppi = \frac{\text{número de peças perdidas devidas a paragens induzidas}}{\text{número de peças teóricamente realizáveis durante o tempo requerido}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}} \quad \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$$



5) Efectue a ventilação das perdas de RO em %; cálculo por tempos

**1) Pedas devidas a não qualidade**

$$Pnq = \frac{\text{tempo de realização do número de peças más}}{\text{tempo requerido}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$$

**2) Pedas devidas à degradação do tempo de ciclo**

$$Ptcy = \frac{\text{tempo perdido na degradação do tempo de ciclo}}{\text{tempo requerido}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$$

**3) Pedas devidas a paragens próprias**

$$Ppp = \frac{\text{tempo de paragens próprias}}{\text{tempo requerido}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$$

**4) Pedas devidas a paragens induzidas**

$$Ppi = \frac{\text{tempo de paragens induzidas}}{\text{tempo requerido}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}} \times 100 = \boxed{\phantom{000}}$$

**Exercício: Avaliação da manutenção autónoma – Etapa 1**

1) Complete com o auxílio da coluna da direita as seguintes afirmações de modo a obter as características principais da Etapa 1 da manutenção autónoma.

**Máquina:** \_\_\_\_\_

**Matricula:** \_\_\_\_\_

**Linha:** \_\_\_\_\_

**O objectivo da etapa 1 é:**

	Apenas de limpar os equipamentos.
	Limpar, inspecionar e etiquetar as anomalias.
	Facilitar os acessos para inspeccionar.
	Etiquetar o equipamento na totalidade.

**Na etapa 1 da TPM:**

	Participam apenas os operadores.
	Participam todos os elementos do grupo de trabalho.
	Utilizamos uma etiqueta em cada anomalia.
	Colocamos as etiquetas apenas no painel de etiquetas.

**O painel de etiquetas contém:**

	As etiquetas resolvidas.
	As etiquetas que ainda não estão resolvidas.
	Todas as etiquetas afectadas aos equipamentos.
	Um gráfico de registo para controlo das etiquetas.

**Exercício: Avaliação da manutenção autónoma – Etapa 2**

1) Complete com o auxílio da coluna da direita as seguintes afirmações de modo a obter as características principais da Etapa 2 da manutenção autónoma.

**Máquina:** \_\_\_\_\_

**Matricula:** \_\_\_\_\_

**Linha:** \_\_\_\_\_

**Qual o objectivo na etapa 2 da Manutenção Autónoma?**

	Tratar as consequências das anomalias.
	Executar os standards de manutenção autónoma.
	Tratar as causas das anomalias crónicas.
	Facilitar os acessos para inspeccionar.

**Durante a etapa 2 utilizamos:**

	A análise "Porquê".
	As lições pontuais.
	Os standards de manutenção autónoma.
	O PMP

**Quando podemos fazer a auditoria à etapa 2?**

	Quando os standards estiverem concluídos.
	Quando terminarmos o quadro de etiquetas.
	Quando estiverem tratadas 80% das anomalias.
	Quando houver planificação / decisão sobre as restantes etiquetas.

# **ANEXO B – Resolução de Exercícios**

## Resolução do Exercício: Cálculo do MTBF, MTTR e Disponibilidade

1) Resolva as questões seguintes tendo por base as indicações seguintes:

**Dados:**

- Imagine que uma linha produtiva, trabalhando em fluxo tenso, teve o seguinte comportamento face a uma importante encomenda.

TF <sub>1</sub>	TR <sub>1</sub>	TF <sub>2</sub>	TR <sub>2</sub>	...	...	...	...	...	TR <sub>n</sub>	TF <sub>n</sub>
30h	3h	20h	1,5h	20h	6h	10h	3h	12h	4h	6h

Calcule e diga o que entende por:

**a) M.T.B.F.**

**Média dos tempos de bom funcionamento → Fiabilidade.**

$$\begin{aligned}
 \text{MTBF} &= 1 / \lambda = \sum \text{Tfi} / \text{Nav} \\
 &= ( 30 + 20 + 20 + 10 + 12 + 6 )h / ( 5 ) \text{av} \\
 &= 98h / 5\text{av} \\
 &= 19,6h
 \end{aligned}$$

Com: Tfi = tempo de funcionamento no período e Nav = numero de avarias no período

**b) M.T.T.R.**

**Média dos tempos de reparação → Manutibilidade.**

$$\begin{aligned}
 \text{MTTR} &= \sum \text{Tri} / \text{Nav} \\
 &= ( 3 + 1,5 + 6 + 3 + 4 )h / 5\text{av} \\
 &= 17,5h / 5\text{av} \\
 &= 3,5 \text{ h}
 \end{aligned}$$

Com: Tri = tempo de reparação no período

**c) Disponibilidade do meio de fabrico.**

**Combinação dos tempos de funcionamento com os tempos de reparação → Disponibilidade devido a avarias.**

$$\begin{aligned}
 \text{Disp} &= \text{MTBF} / ( \text{MTBF} + \text{MTTR} ) \\
 &= 19,6h / ( 19,6 + 3,5)h \\
 &= 0,848 \rightarrow 84,4\%
 \end{aligned}$$

---

**Exercício: Análise “Porquê”**

Assinale para as questões seguintes a opção correcta.

**A) Em que nos apoiamos na análise “Porquê”?**

**1 – Em efeitos encontrados.**

2 – Em efeitos potenciais.

3 – Em hipóteses.

4 – Em opiniões.

**B) Qual a primeira coisa a fazer depois de se decidia iniciar uma análise “Porquê”?**

1 – Verificar a conformidade da peça em falha.

**2 – Colocar correctamente o problema.**

3 – Listar todas as causas possíveis para o problema.

**C) Para tratar o problema, o que é necessário fazer?**

1 – Reportar o problema à sua função de suporte (manutenção, qualidade, ...

2 – Verificar que existe um controlo preventivo.

**3 – Colocar a questão “Porquê” e responder “porque ...” tantas vezes quantas as necessárias.**

**D) Como nos podemos assegurar de que respondemos correctamente à pergunta?**

**1 – Verificando pelo caminho inverso que a causa implica o efeito.**

2 - Colocar a questão “Porquê” e responder “porque ...” tantas vezes quantas as necessárias.

3 – Seguindo a eficácia das acções propostas pelas funções de suporte.

**E) Como nos podemos assegurar de que tomamos tudo em conta?**

1 – Verificando a ligação lógica entre causas e efeitos.

**2 – Verificando se existe outras causas encontradas que não foram listadas.**

3 – Listando todas as causas possíveis do problema.

F) Quais são as 3 interrogações que devemos colocar quando colocamos em prática o plano de acções correctivas depois da análise?

1 – Porquê fazer?

2 – Quem faz?

3 – O que fazer?

4 – Onde?

5 – Quando fazer?

6 – Como fazer?

G) Como validamos a análise em caminho inverso?

1 – Provavelmente.

2 – Sem dúvida.

3 – Então.

4 – Seguramente.

**Exercício: Análise “Porquê” – Aplicação da técnica**

1) Para o fenómeno abaixo indicado, seleccione as sequências correctas, respeitando os métodos de aplicação da técnica de análise “Porquê”.

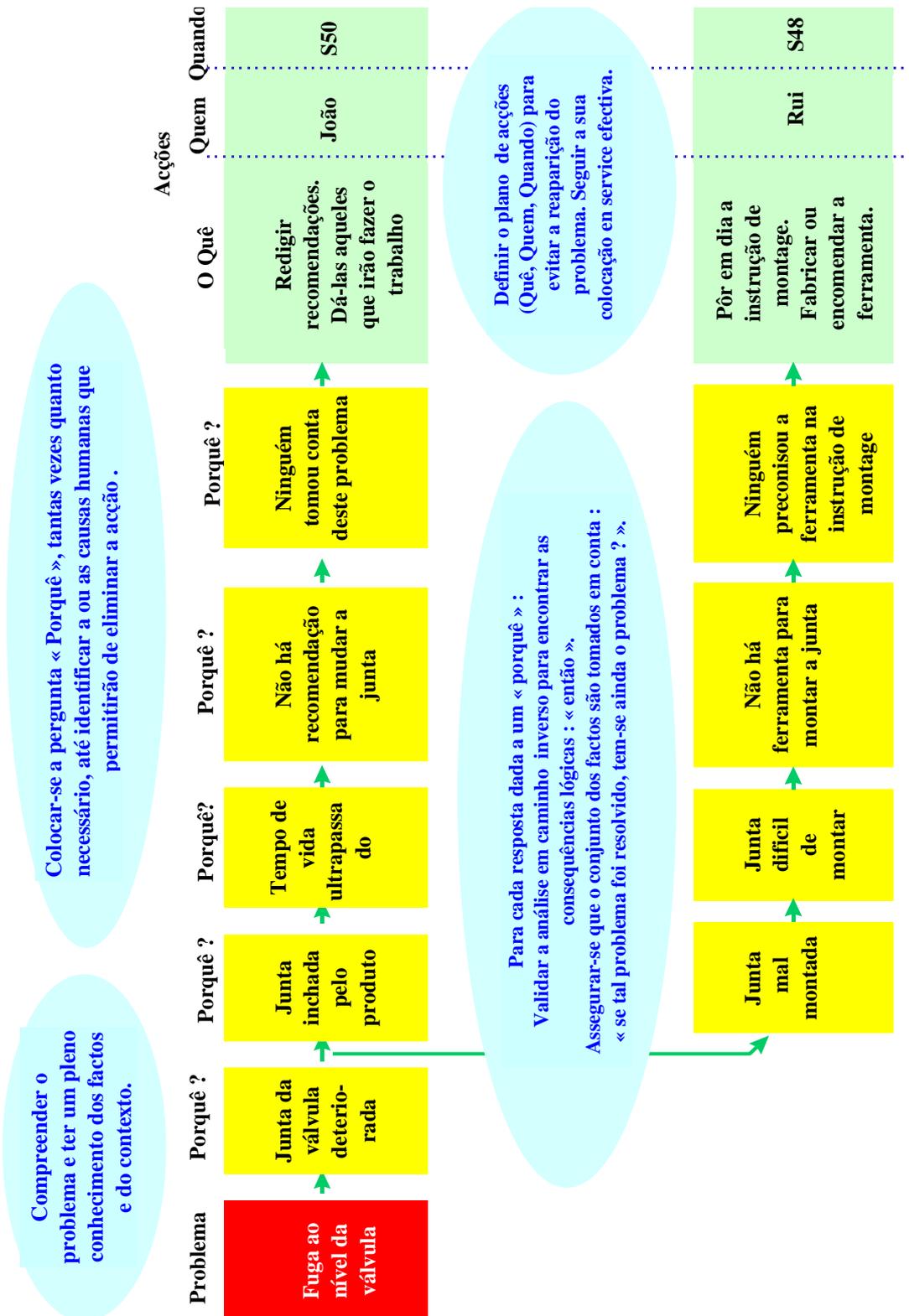
*Fenómeno: O funcionamento do cilindro hidráulico está lento.*

	<i>Porquê?</i>		<i>Resposta.</i>		<i>Acção.</i>
<b>A</b>	Porque é que o óleo está sujo?	<b>1</b>	Porque há uma fenda na parte de cima do tanque.	<b>E</b>	Substituir o óleo e limpar o tanque.
<b>B</b>	Porque é que o funcionamento está lento?	<b>2</b>	Porque as protecções são insuficientes.	<b>F</b>	Tapar todas as fendas.
<b>C</b>	Porque é que há projecção de limalhas e líquido de corte?	<b>3</b>	Porque o filtro está colmatado.	<b>G</b>	Suprimir as projecções de limalha e líquido de corte com um carter de protecção.
<b>D</b>	Porque é que o filtro está colmatado?	<b>4</b>	Porque o óleo está sujo.	<b>H</b>	Substituir o filtro hidráulico.

Porquê?	Resposta.	Acção.
<b>B</b>	<b>3</b>	<b>H</b>
<b>D</b>	<b>4</b>	<b>E</b>
<b>A</b>	<b>1</b>	<b>F</b>
<b>C</b>	<b>2</b>	<b>G</b>

### Exercício: Aplicação Prática da Técnica “Porquê”

- 1) Perante a situação apresentada, aplique a técnica de análise “Porquê”, de modo a chegar à(s) causa(s) primária(s) do problema, e proponha acções correctivas.



### Exercício: Métodos de análise de causas

Responda às seguintes questões, seleccionando, da coluna da direita, as respostas correctas.

Questão N° 1		
O objectivo final do RAP é :	A	Escrever o conteúdo da intervenção para colocar em arquivo.
	B	Guardar um histórico das intervenções.
	C	<b>Colocar em prática um plano de acções que permita reduzir as avarias longas.</b>
	D	Assegurar a qualidade do produto fabricado.
	E	Melhorar a segurança de pessoas e bens.

Questão 2		
O TOP das perdas de tempo serve para :	A	Detalhar correctamente a intervenção
	B	Fiabilizar o equipamento
	C	<b>Identificar as perdas de tempo mais penalizantes</b>
	D	Evidenciar antecedentes
	E	

Questão 3		
O principio dos 5 porquês é :	A	Aplicar um método de diagnóstico
	B	Propor 5 hipóteses de falha
	C	<b>Chegar à causa primária sob a qual podemos agir de forma eficaz</b>
	D	Explicar 5 tipos de dificuldades
	E	

Questão 4

Qual das acções não é uma acção de capitalização?	A	Optimizar o plano de manutenção preventivo
	B	Criar uma FOS de diagnóstico
	C	Formar os técnicos
	D	Comunicar os resultados aos responsáveis por novos projectos
	E	<b>Substituir o equipamento</b>

Questão 5

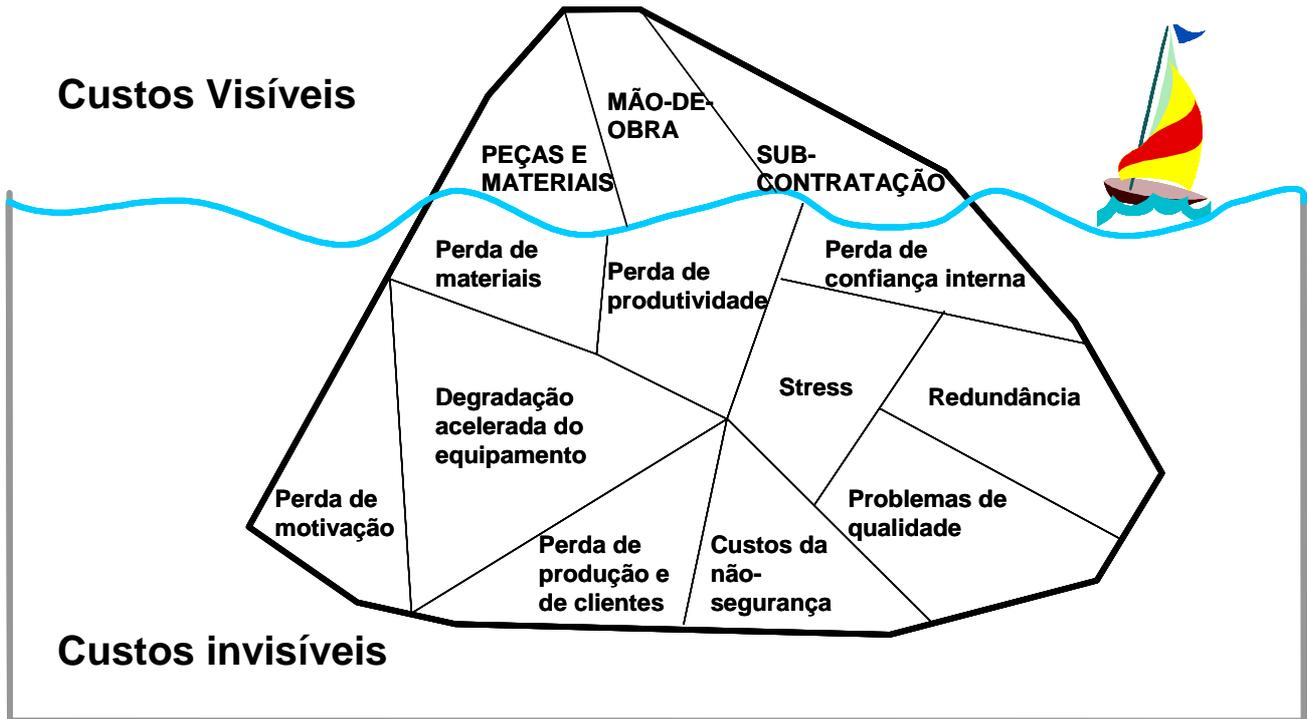
O objectivo da capitalização é de :	A	Arquivar os resultados
	B	Fiabilizar o equipamento
	C	<b>Colocar em prática as acções correctivas em equipamentos similares</b>
	D	Validar o plano de acções
	E	Formar grupos de trabalho

Questão 6

O tempo de diagnóstico é :	A	A soma da duração dos testes efectuados
	B	Desde o inicio da intervenção até à colocação em serviço
	C	O tempo total da intervenção menos o tempo de aprovisionamento
	D	<b>Toda a parte da análise até à verificação da hipótese determinante</b>
	E	Igual ao tempo de reparação

Exercício: Iceberg de Custos

1) Complete a figura seguinte, enumerando os custos invisíveis na manutenção.



### Exercício: Cálculo do Rendimento Operacional

1) Resolva as questões colocadas tendo por base as indicações seguintes:

#### **Dados:**

- Imagine-se uma linha de produção cuja máquina tampão é a máquina Y, local onde se devem descrever todos os acontecimentos / inconvenientes de produção no jornal de bordo, em que se verificou a seguinte situação:

Tempo total disponível: 8 hrs x 60' = 480'

Tempo para descanso programado ( reuniões incluídas) = 20'

Tempo para manutenção de 1º nível = 15'

- Neste dia o que aconteceu na linha ficou registado no jornal de bordo da máquina Y:

Tempo de ciclo = 30''

**Tempo perdido por avaria da máquina = 20'**

**Tempo perdido por regulação = 20'**

**Tempo perdido por mudança de série = 20'**

Tempo perdido por paragem por saturação = 10'

Tempo perdido por falta de peças = 10'

Peças boas fabricadas = 400

Sucatas = 8

#### **Calcule para esta linha:**

a) Tempo disponível para trabalho.

$$\begin{aligned} T_{disp} &= 480' - (20' + 15') \\ &= 445' \end{aligned}$$

b) Tempo de funcionamento.

$$\begin{aligned} T_f &= T_{disp} - T_{perdidos} \\ &= 445' - (20' + 20' + 20' + 10' + 10') \\ &= 365' \end{aligned}$$

c) A disponibilidade operacional.

$$\begin{aligned} DO &= D_p \times D_i \\ &= 85,88\% \times 95,5\% \\ &= 82,01\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_p &= T_f / (T_f + T_{pp}) \\ &= 365' / (365' + (20' + 20' + 20')) \\ &= 365' / 425' \\ &= 0,8588 \\ &= 85,88\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_i &= (T_a - T_{pi}) / T_a \\ &= (445' - (10' + 10')) / 445' \\ &= 0,955 \\ &= 95,5\% \end{aligned}$$

d) Rendimento Velocidade.

$$\begin{aligned} RV &= (T_{cy} \times P_{Tf}) / (T_a - \sum \text{paragens}) \\ &= (0,5' \times 408) / (445' - 80') \\ &= 0,559 \\ &= 55,9\% \end{aligned}$$

e) Taxa de qualidade.

$$\begin{aligned} TQ &= P_{Bf} / T_{Pf} \\ &= 400 / 408 \\ &= 0,98 \\ &= 98\% \end{aligned}$$

f) Rendimento operacional (pela forma composta).

$$\begin{aligned} RO &= D_O \times RV \times TQ \\ &= 82,01\% \times 55,9\% \times 98\% \\ &= 44,92\% \end{aligned}$$

g) Rendimento operacional (pela forma simplificada).

$$\begin{aligned} RO &= P_{Bf} / (T_a \times C_{di}) \\ &= 400 / (445' \times 2) \\ &= 44,94\% \end{aligned}$$

## Exercício: Cálculo de Indicadores e Ventilação de Perdas de RO

- 1) A tabela apresentada, representa o funcionamento de uma linha de produção durante um determinado período de tempo. Complete a tabela, colocando os tempos de paragem de acordo com a sua natureza .

Hora	Natureza da Paragem	Tempo "Minutos"	Paragem Própria	Paragem Induzida		Não Requerida
				Falta de Peças	Saturação	
6h00	Início da produção					
6h15	Falta de deteção de movimento	3'	3'			
7h00	Pausa para lancha	10'				10'
7h15	Falta de peças	25'		25'		
7h45	Mudança de ferramenta	12'	12'			
8h00	Peça mal posicionada	2'	2'			
8h05	Paragem para controlo geométrico	3'	3'			
8h15	Regulação de detector	5'	5'			
8h30	Peça posicionada	3'	3'			
8h45	Fuga de ar no cilindro pneumático	5'	5'			
9h15	Limpeza da ferramenta	2'	2'			
9h50	Espera para evecuação de peças	38'			38'	
10h30	Mudança de ferramenta	10'	10'			
11h00	Refeição	30'				30'
11h45	Falta de peças	25'		25'		
12h15	Regulação de movimento	3'	3'			
13h00	Pausa para lancha	10'				10'
13h50	Paragem de produção - voluntária-	10'				10'
14h00	Fim do turno					
<b>TOTAL</b>		<b>196'</b>	<b>48'</b>	<b>50'</b>	<b>38'</b>	<b>60'</b>
Horário da Equipa: 06h00 às 7h00 ==> Produção			Tempo de ciclo previsual: 48/100 min			
7h10 às 11h00 ==> Produção						
11h30 às 13h00 ==> Produção			Nº de peças fabricadas: 568			
13h10 às 14h00 ==> Produção			das quais: 34 retocadas + 10 sucatas			



2) Calcule os seguintes indicadores, com base na tabela anterior (tempos em minutos).

a) Tempo total de observação = 480'

b) Tempo requerido da máquina = 480' - 60' = 420'

c) Tempo de funcionamento da máquina = (420' - (48' + 88')) = 284'

d) Tempo de trabalho afixado da equipa = 430'

e) Tempo não requerido da máquina = 10' + 30' + 10' + 10 + 10 = 60'

f) Tempo de ciclo real da máquina = 284' / 568 = 50/100

g) Disponibilidade Própria =  $\frac{\text{tempo de funcionamento}}{\text{Tempo de funcionamento} + \text{tempo de paragens próprias}} \times 100 = \frac{284'}{(284+48)} \times 100 = 85,5\%$

h) Disponibilidade Operacional =  $\frac{\text{tempo de funcionamento}}{\text{Tempo de funcionamento} + \text{tempo de parag próprias} + \text{tempo de parag induzidas}} \times 100$   
 $= \frac{284'}{(284 + 48 + 88)} \times 100 = 67,6\%$

$$\text{i) Tempo de paragem própria} = \frac{\text{tempo de paragens próprias}}{\text{número de paragens próprias}} \times 100 = \boxed{48'/10} = \boxed{4,8}$$

$$\text{j) Freq de paragens próprias por mil peças} = \frac{\text{número de paragens próprias}}{\text{número de peças realizadas}} \times 1000 = \boxed{10/568} \times 1000 = \boxed{17,6}$$

$$\text{k) Rendimento operacional} = \frac{\text{número de peças boas realizadas à primeira}}{\text{número de peças teóricamente realizáveis no tempo requerido}} \times 100 =$$

$$= \boxed{(568 - (34 + 10)) / (420 / 0,48)} \times 100 = \boxed{59,9\%}$$

3) Calcule o rendimento operacional por tempos.

$$\text{Rendimento operacional} = \frac{\text{tempo de funcionamento para as peças boas à primeira}}{\text{Tempo requerido}} \times 100 =$$

$$= \boxed{(524 \times 0,48) / 420} \times 100 = \boxed{59,9\%}$$



4) Efectue a ventilação das perdas de RO em %; cálculo por número de peças

**1) Pedas devidas a não qualidade**

$$Pnq = \frac{\text{número de peças más}}{\text{número de peças teóricamente realizáveis durante o tempo requerido}} \times 100 = \frac{(34 + 10)/875}{1} \times 100 = 5\%$$

**2) Pedas devidas à degradação do tempo de ciclo**

$$Ptcy = \frac{\text{número de peças perdidas devidas à degradação do tempo de ciclo}}{\text{número de peças teóricamente realizáveis durante o tempo requerido}} \times 100 = \frac{((284/0,48)-568) / 875}{1} \times 100 = 2,7\%$$

**3) Pedas devidas a paragens próprias**

$$Ppp = \frac{\text{número de peças perdidas devidas a paragens próprias}}{\text{número de peças teóricamente realizáveis durante o tempo requerido}} \times 100 = \frac{(48/0,48) / 875}{1} \times 100 = 11,4\%$$

**4) Pedas devidas a paragens induzidas**

$$Ppi = \frac{\text{número de peças perdidas devidas a paragens induzidas}}{\text{número de peças teóricamente realizáveis durante o tempo requerido}} \times 100 = \frac{(88/0,48) / 875}{1} \times 100 = 20,9\%$$

5) Efectue a ventilação das perdas de RO em %; cálculo por tempos

**1) Pedas devidas a não qualidade**

$$Pnq = \frac{\text{tempo de realização do número de peças más}}{\text{tempo requerido}} \times 100 = \frac{(44 \times 0,48)}{420} \times 100 = 5\%$$

**2) Pedas devidas à degradação do tempo de ciclo**

$$Ptcy = \frac{\text{tempo perdido na degradação do tempo de ciclo}}{\text{tempo requerido}} \times 100 = \frac{(568 \times (0,5 - 0,48))}{420} \times 100 = 2,7\%$$

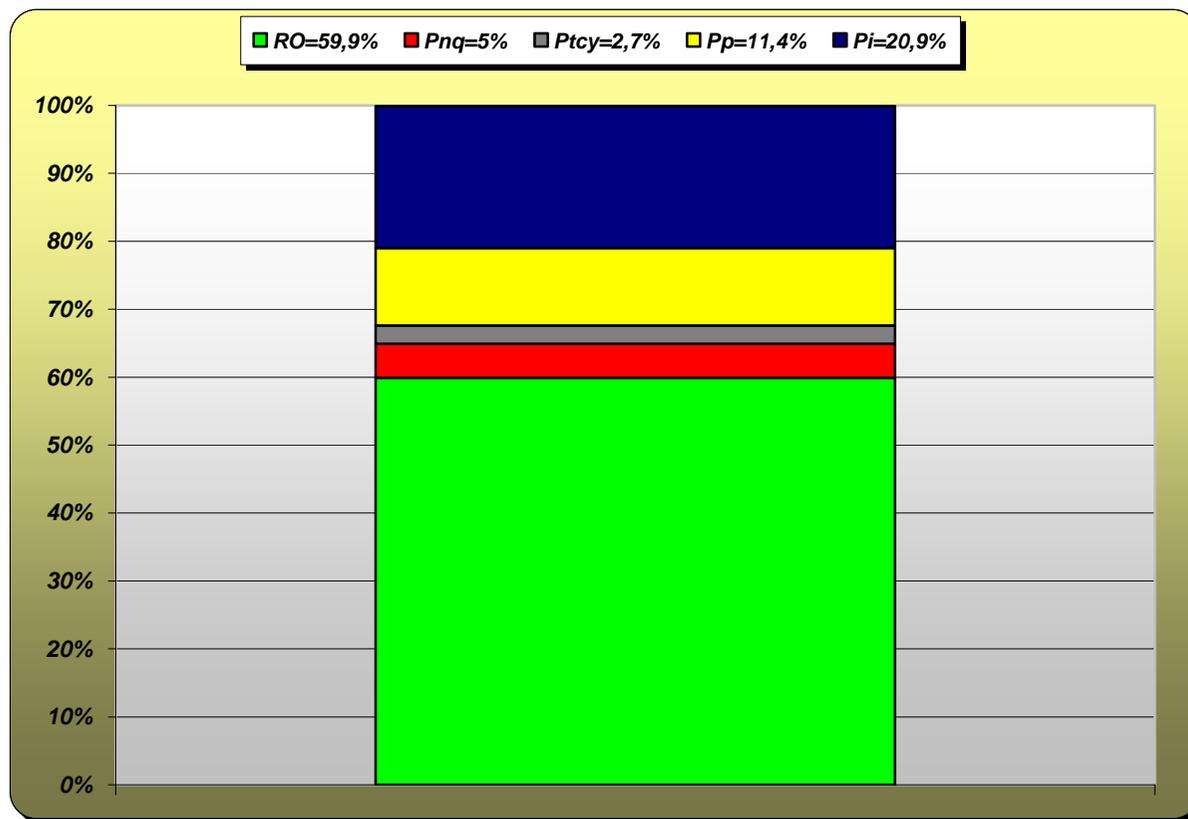
**3) Pedas devidas a paragens próprias**

$$Ppp = \frac{\text{tempo de paragens próprias}}{\text{tempo requerido}} \times 100 = \frac{48}{420} \times 100 = 11,4\%$$

**4) Pedas devidas a paragens induzidas**

$$Ppi = \frac{\text{tempo de paragens induzidas}}{\text{tempo requerido}} \times 100 = \frac{88}{420} \times 100 = 20,9\%$$

Gráfico do Rendimento Operacional e Perdas Registadas.



### Avaliação da manutenção autónoma – Etapa 1

1) Complete com o auxílio da coluna da direita as seguintes afirmações de modo a obter as características principais da Etapa 1 da manutenção autónoma.

**Máquina:** \_\_\_\_\_

**Matricula:** \_\_\_\_\_

**Linha:** \_\_\_\_\_

**O objectivo da etapa 1 é:**

	Apenas de limpar os equipamentos.
	Limpar, inspecionar e etiquetar as anomalias.
	Facilitar os acessos para inspeccionar.
	Etiquetar o equipamento na totalidade.

**Na etapa 1 da TPM:**

	Participam apenas os operadores.
	Participam todos os elementos do grupo de trabalho.
	Utilizamos uma etiqueta em cada anomalia.
	Colocamos as etiquetas apenas no painel de etiquetas.

**O painel de etiquetas contém:**

	As etiquetas resolvidas.
	As etiquetas que ainda não estão resolvidas.
	Todas as etiquetas afectadas aos equipamentos.
	Um gráfico de registo para controlo das etiquetas.

**Exercício: Avaliação da manutenção autónoma – Etapa 2**

1) Complete com o auxílio da coluna da direita as seguintes afirmações de modo a obter as características principais da Etapa 2 da manutenção autónoma.

**Máquina:** \_\_\_\_\_

**Matricula:** \_\_\_\_\_

**Linha:** \_\_\_\_\_

**Qual o objectivo na etapa 2 da Manutenção Autónoma?**

	Tratar as consequências das anomalias.
	Executar os standards de manutenção autónoma.
	Tratar as causas das anomalias crónicas.
	Facilitar os acessos para inspeccionar.

**Durante a etapa 2 utilizamos:**

	A análise "Porquê".
	As lições pontuais.
	Os standards de manutenção autónoma.
	O PMP

**Quando podemos fazer a auditoria à etapa 2 ?**

	Quando os standards estiverem concluídos.
	Quando terminarmos o quadro de etiquetas.
	Quando estiverem tratadas 80% das anomalias.
	Quando houver planificação / decisão sobre as restantes etiquetas.

**Exercício: Avaliação da manutenção autónoma – Etapa 3**

1) Complete com o auxílio da coluna da direita as seguintes afirmações de modo a obter as características principais da Etapa 3 da manutenção autónoma.

**Máquina:** \_\_\_\_\_

**Matricula:** \_\_\_\_\_

**Linha:** \_\_\_\_\_

**O objectivo da etapa 3 é:**

	<b>Redigir os standards de manutenção autónoma.</b>
	<b>Respeitar os standards de manutenção autónoma.</b>
	<b>Analisar as avarias longas.</b>
	<b>Facilitar os acessos para inspeccionar.</b>

**Nos standards de manutenção autónoma encontramos:**

	<b>As referências da máquina.</b>
	<b>As lições pontuais.</b>
	<b>O circuito de inspeção.</b>
	<b>As frequências de inspeção.</b>

# ANEXO C – Impressos

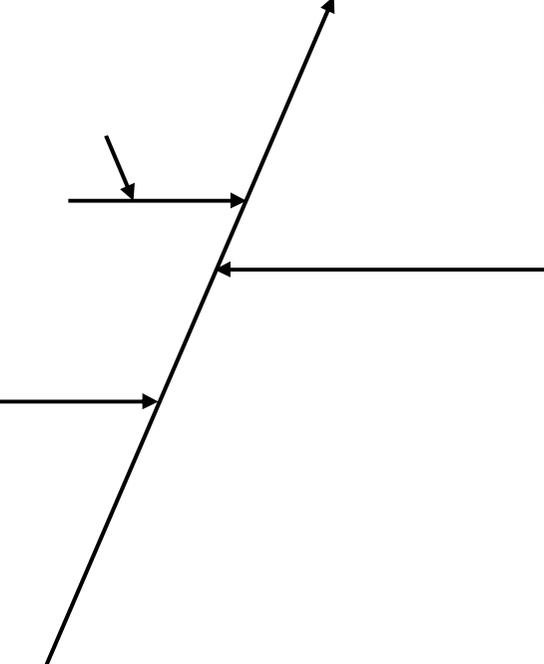
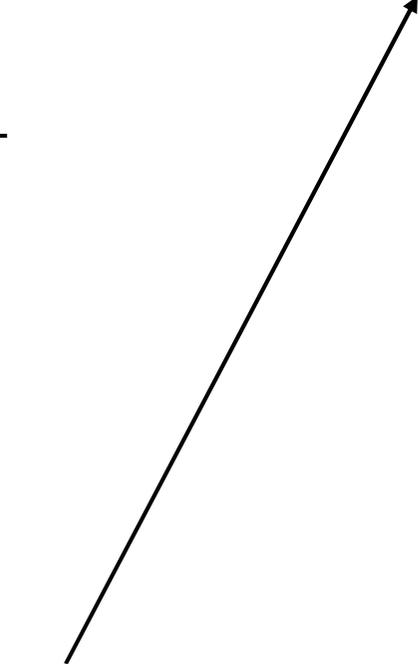
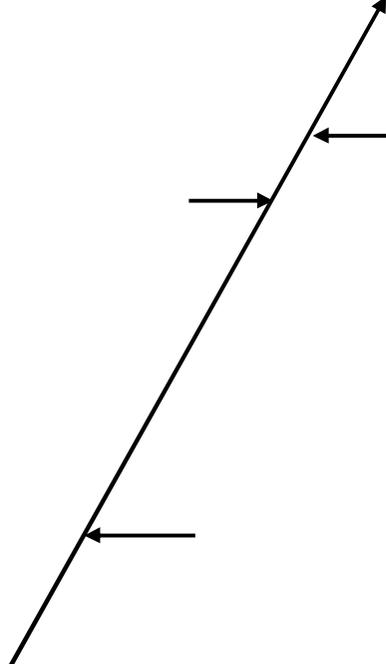
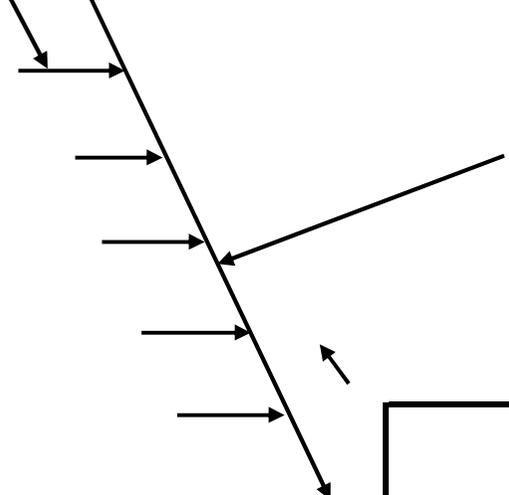
# PROCURA DAS CAUSAS - 5 "PORQUÊS"

Fenómeno	Porquê 1	Porquê 2	Porquê 3	Porquê 4	Porquê 5

MÃO DE OBRA

MÉTODO

MANUTENÇÃO



MEIO

MATÉRIA

MÁQUINA

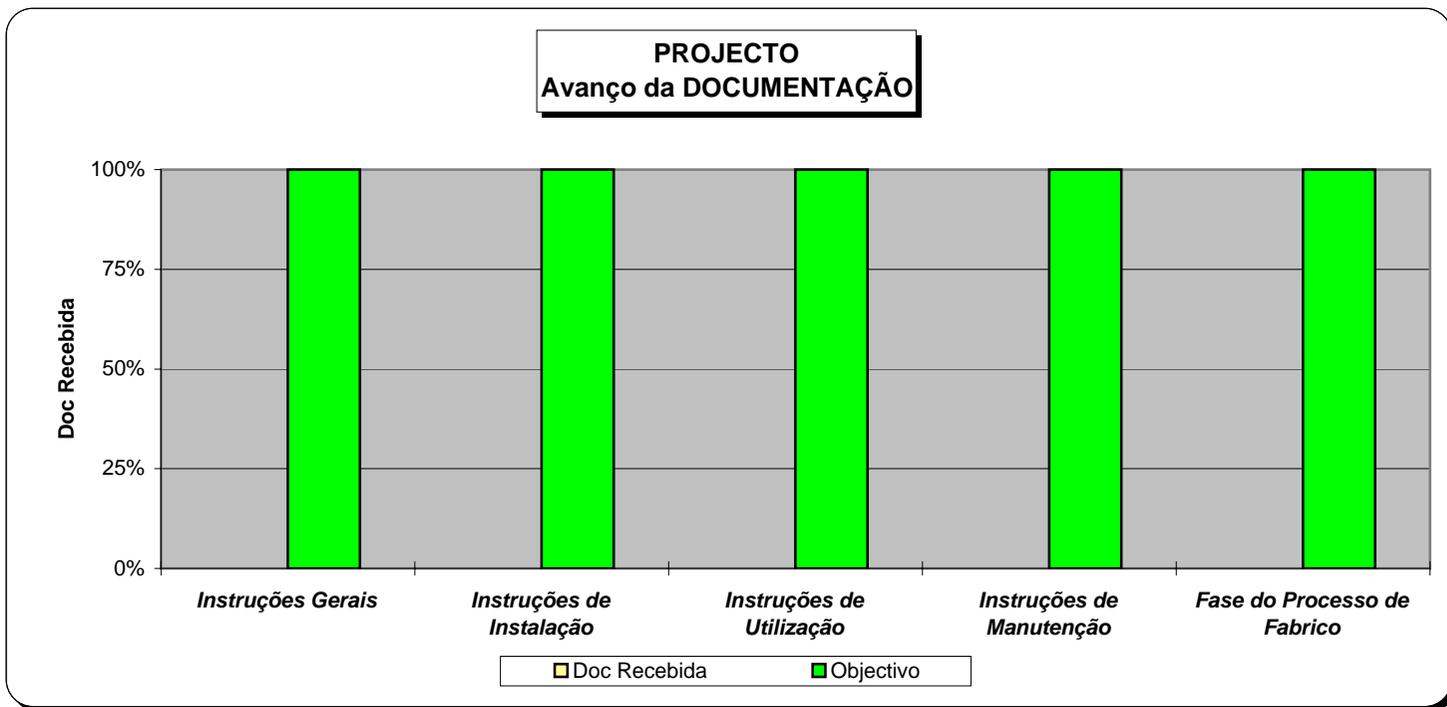


PROJECTO:

Fase de Projecto

MATRICULA do EQUIPAMENTO	Tempo de ciclo	AVANÇO	Nº de Máq	Marca do Equip.	OPERAÇÕES do PROCESSO											
					OP ...											
<b>Instruções Gerais</b>																
1*) Ficha de Identidade	0%															
2*) Apresentação Geral	0%															
3*) Características Técnicas	0%															
4*) Dispositivos e Conselhos de Segurança	0%															
5*) Documentos Regulamentares																
a) Protocolo de Recepção do Fornecedor	0%															
b) Planos de Implantação e Consumos de Energia	0%															
c) Nivel Sonoro	0%															
d) Declaração de Conformidade	0%															
e) Produtos Químicos: Fichas Técnicas	0%															
<b>Instruções de Instalação</b>																
1*) Local de instalação	0%															
3*) Processo de instalação	0%															
<b>Instruções de utilização</b>																
1*) Instruções de Segurança	0%															
2*) Descrição dos Órgãos de Serviço e Sinalização	0%															
3*) Descrição dos Modos de Funcionamento e Exploração	0%															
4*) Anomalias e incidentes	0%															
<b>Manutenção Mecânica</b>																
Planos do conjunto mecânico	0%															
Planos dos sub-conjuntos	0%															
Planos de ferramentas	0%															
Nomenclaturas standard do fornecedor	0%															
Lista de peças de reserva preconizadas	0%															
Lista de peças de desgaste	0%															
Nomenclaturas standard de comércio	0%															
Estado de referência: KM0	0%															
Planos e procedimentos de mudança de órgãos	0%															
Esquemas: Hidr, PN, Lub, ...	0%															
Esquemas de reparação	0%															
Nomenclatura: Hidr, PN, Lub, ...	0%															
Plano de manutenção preventivo preconizado	0%															
Tabela de mudança de órgãos	0%															
<b>Manutenção Eléctrica / Automatismos</b>																
Lista de peças de reserva	0%															
Esquema eléctrico	0%															
Nomenclaturas standard do fornecedor	0%															
Nomenclatura XELEC	0%															
Documentação standard de comércio	0%															
Plano de manutenção preventivo preconizado	0%															
Programa Autómato	0%															
Programa Autómato (suporte digital)	0%															
Salvaguarda de parametros ( Disquette,CD ROM )	0%															
Estado de referência (KM0)	0%															
Licenças	0%															
Planos e procedimentos de mudança de órgãos	0%															
Manual de automatismos	0%															
Diagrama de ciclo	0%															
Tabela de mudança de órgãos	0%															
<b>Fase do Processo</b>																
Dossier entregue à Manutenção	0%															
Estabelecer a lista de peças de desgaste necessárias	0%															
Aprovisionamento das peças de desgaste	0%															
Construção e colocação no posto do manual do operador	0%															
Validar tarefas e cargas do Plano de Manutenção Preventivo	0%															
Planear e colocar em prática o PMP	0%															
Estabelecer a lista de peças de reserva necessárias	0%															
Aprovisionar as peças de reserva necessárias	0%															
Actualizar todas as modificações efectuadas	0%															
Realizar as gamas de manutenção autónoma	0%															
Realizar as gamas de limpeza	0%															
Realizar e colocar no posto as FOS	0%															
Colocar no posto as fichas técnicas	0%															
Colocar nos posto as fichas de controlo	0%															
Coocar no posto as fichas de segurança	0%															

Instruções Gerais	Instruções de Instalação	Instruções de Utilização	Instruções de Manutenção	Fase do Processo de Fabrico
0%	0%	0%	0%	0%
100%	100%	100%	100%	100%



EQUIPA	Nº MAQ.	OPER.	NOME

# TPM



## Gama de Manutenção Autónoma - Ficha de registos

  **Limpeza**
  **Lubrificação**
  **Verificação**

Nº	Freq	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Set	Out	Nov	Dez
	Semanal											
	Quinzenal											
	Mensal											
	Trimestral											
	Semestral											
	Anual											

### Registos Diários

Tarefas Diárias:      

Mês / Dia	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D			
Jan							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Fev	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31									
Mar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31									
Abr					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
Mai						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Jun		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30									
Jul							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Ago								1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
Set																																								
Out																																								
Nov																																								
Dez	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31									

Unidade	Data	C.U.N.	C.LINHA	Resp. Manut.		Revisões



# Plano de Manutenção Preventiva

Fábrica: \_\_\_\_\_



Linha:		Equipamento:							Matricula:							
Sub - Conjunto	Elemento	Acção a Efectuar	Tempo Previsto (hh:mm:ss)	Periodicidade	Estado	Valores Limite	Ferramenta / Métodos	Fos S/N	Sist./Condic.	Peças de Substituição		Nº Gama	Nº Ficha	MA	MP	Especialidade
										Quantidade** designação // ref. Fornecedor	Código					

**Manutenção Preventiva [hh:mm:ss]**

COD. MÁQ	T. TOTAL
PARADA	#REF!
MARCHA	#REF!

**Manutenção Autónoma [hh:mm:ss]**

COD. MÁQ	T. TOTAL
PARADA	#REF!
MARCHA	#REF!

**Proposta para Auditoria à Etapa 1 da Manutenção Autónoma**

**Auditoria Manutenção Autónoma – Etapa 1  
(Limpeza/Inspeção/Etiquetagem)**

**Data:** \_\_\_\_\_ **Dep:** \_\_\_\_\_ **Linha:** \_\_\_\_\_ **Auditor:** \_\_\_\_\_

	Items da Auditoria	Bom	Médio	Insuf.
		<b>Manutenção dos Equipamentos</b>		
	1. Não há limalhas acumuladas nem deteriorações no ponto de transformação, no coração da máquina, no caso de haver são objecto de uma etiqueta ?	15	9	3
	2. Não há deteriorações, anomalias ou sujidades nos aparelhos, cabos, canalizações, caixas e painéis de comando, no caso de haver são objecto de etiquetas ?	15	9	3
	3. Não há sujidades nos sistemas hidráulicos, de lubrificação e pneumáticos. Ausência de anomalias e valores de bom funcionamento conhecidos e marcados. Se há, são objecto de etiquetas ?	15	9	3
	4. O corpo das máquinas ou os aparelhos eléctricos não têm sujidades (líquido de corte ou limalhas). No caso de haver são objecto de etiquetas? Não há peças ou objectos inúteis no interior dos equipamentos.	15	9	3
	5. Todos os sítios que devem ser lubrificados o são, há etiquetas colocadas em todos os sítios não lubrificados ou difíceis de lubrificar.	15	9	3
	7. Não há projecções de óleo, de líquido de corte ou limalhas no chão. No caso de haver são objecto de etiquetas ?	15	9	3
	8. Não há deteriorações ou lâmpadas eléctricas fundidas nos teclados de comando ou máquinas. no caso de haver, são objecto de etiquetas ?	15	9	3
<b>5 S do Ambiente</b>	1. Não há objectos desconhecidos/inúteis/superfluos no processo. As ferramentas, peças das máquinas e materiais de limpeza estão disponíveis e bem arrumados .	10	6	2
	2. As peças não ocupam as zonas de circulação, as zonas de stockagem (arrumação) estão nitidamente delimitadas por marcações no solo.	10	6	2
	3. As iluminações, ferramentas e sistemas de controlo do processo não têm sujidades nem anomalias de funcionamento.	10	6	2
	4. As beatas dos cigarros não são colocados fora dos cinzeiros.	5	3	1
<b>Painel de Actividades</b>	1. O plano director de desenvolvimento da TPM na LINHA está afixado. Os objectivos valorizados e a evolução mensal dos indicadores estão afixados.	10	6	2
	2. Um planning detalhado da etapa 1, previsto e realizado está afixado.	10	6	2
	3. As etiquetas descobertas durante a limpeza inspeção são afixadas. E possível seguir visualmente a evolução das etiquetas colocadas e resolvidas e ver a sua repartição por tipos de anomalias. Etiquetas novas estão disponíveis no painel de cada máquina.	10	6	2
	4. As lições pontuais no que diz respeito as técnicas e métodos de detecção de anomalias são realizadas e utilizadas (marcação de desaperto, detecção de fuga, ...).	10	6	2
	5. A análise das perdas da linha toda é feita, os dados referentes a todas as perdas são reagrupados. As razões (em termos de dados) da escolha do equipamento ao qual se dá prioridade são afixadas.	10	6	2
	6. A análise de todas as perdas das máquinas prioritárias é realizada e os valores « metas/objectivos » são definidos. O plano de acção foi realizado e o seguimento das perdas é afixado pelo menos para os casos dependentes da LINHA.	10	6	2

**Aceite se Total > 160 Pts / 200**

	<p align="center"><b><u>Lição Pontual</u></b></p> <p>Conhecimento de base <input type="checkbox"/></p> <p>Melhoramento <input type="checkbox"/></p> <p>Disfuncionamento <input type="checkbox"/></p>	<p><b><u>N.º:</u></b></p>	
--	--	---------------------------	---

<p><b><u>Tema:</u></b></p>	<p><b><u>Data:</u></b></p> <p><b><u>Exec. Por:</u></b></p> <p><b><u>Validação:</u></b></p>
----------------------------	--

<b><u>Data:</u></b>									
<b><u>Formador:</u></b>									
<b><u>Formando:</u></b>									