



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Engenharia

**Estudo da Aplicabilidade de um Modelo de  
Manutenção de uma Empresa Industrial  
Metalomecânica SODECIA**

**David Miguel Marques Monteiro**

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

Orientador: Prof. Doutor Fernando Manuel Charrua Santos

**Covilhã, Outubro de 2013**



## Agradecimentos

Os meus mais sinceros agradecimentos ao Professor Doutor Fernando Manuel Bigares Charrua Santos pelos conselhos, apoio, compreensão e orientação dada no decorrer deste trabalho.

Ao Engenheiro José Monteiro da empresa Sodecia, por me ter proporcionado todo o apoio na realização desta dissertação.

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

Expresso também aqui um especial agradecimento ao meu Pai, Mãe, Irmão, Irmã e especialmente à minha namorada Cátia Sofia Barbosa Correia pela compreensão, amor e ajuda indispensável à execução deste trabalho.



## Resumo

Na sociedade actual, em que o conhecimento é um factor decisivo para a competitividade e a sobrevivência das empresas, sendo que, a manutenção industrial constitui uma função essencial e estratégica para a viabilidade económica das empresas industriais. Face aos novos desafios da globalização e do desenvolvimento tecnológico é necessário elaborar propostas de modelos de formação adaptados às exigências das empresas. Todo o equipamento ou bem está sujeito a um processo de deterioração, especialmente se estiver em actividade ou funcionamento, para o qual foi concebido. Para que a produtividade de uma instalação fabril, constituída por uma diversidade enorme de equipamentos ou bens, tenha resultados positivos, é necessário que todos eles sejam mantidos nas melhores condições de funcionamento.

Assim, todo esse equipamento deverá sofrer, ao longo da sua vida útil de funcionamento, reparações, inspecções programadas, rotinas preventivas programadas e adequadas, substituição de peças e órgãos, mudanças de óleo, lubrificações, limpezas, pinturas, correcções de defeitos resultantes quer do seu fabrico quer do trabalho que estiver a realizar. O conjunto de todas estas acções constitui aquilo a que se chama manutenção.

Este trabalho aborda um estudo para a aplicabilidade de um modelo de manutenção a uma empresa industrial multinacional “Sodecia” do sector da metalomecânica situada na cidade da Guarda, em que a área de manutenção dos equipamentos de produção passará por um processo interno de reestruturação, alterando a forma de actuação actual nos equipamentos. Desta forma, propõe-se uma reavaliação das actividades e responsabilidades dos envolvidos com as actividades de manutenção e de produção, evidenciando o aspecto da manutenção, elaborando e fornecendo propostas para a melhoria da sinergia operacional, valorizando o colaborador e o alcance de resultados positivos para as áreas envolvidas e para a organização.

## Palavras-chave

Manutenção, Inovação da Manutenção, Metalomecânica, Manutenção Preventiva, Manutenção TPM, Manutenção Correctiva, Manutenção Preditiva, Planeamento e Controlo da Manutenção.



## Abstract

In today's society, where knowledge is a decisive factor for competitiveness and survival of businesses, industrial maintenance is an essential and strategic for the economic viability of industrial enterprises. Given the new challenges of globalization and technological development is necessary to draw up proposals for training models tailored to corporate requirements. Any equipment or property is subject to a process of deterioration, especially if you are in business or operation for which it was designed. For the productivity of a plant, comprising an enormous diversity of equipment or goods is positive, it is necessary that all of them are kept in optimum conditions of operation.

So, all this equipment will suffer throughout their lifetime of operation, repairs, scheduled inspections, scheduled and preventive routines suitable replacement organs and parts, oil changes, lubrication, cleaning, painting, or corrections of defects resulting from their manufacture or the work that is being carried out. The set of all these actions is what is called maintenance.

This present work approaches a study for applicability of a model of maintenance to an industrial company of the sector of the metal-mechanics, where the area of equipment maintenance for production will pass for an internal process of reorganization, modifying the form of current actuation for a new methodology where the aggregation to the production sector is the main objective. In this new scene, it considers a reevaluation of the activities and responsibilities of involved with the activities of maintenance and production, proving itself the aspect of the maintenance, elaborating and supplying rules for improvement of the operational synergy, valuation of the collaborator and the reach of positive results for the involved areas and the organization.

## Keywords

Maintenance, Maintenance Innovation, Metalworking, Preventive Maintenance, TPM Maintenance, Corrective Maintenance, Predictive Maintenance, Maintenance Planning and Control.





# Índice

Agradecimentos .....	III
Resumo .....	V
Palavras-chave .....	V
Abstract .....	VII
Keywords .....	VII
Lista de Figuras .....	XIII
Lista de Quadros .....	XV
Capítulo 1.....	1
1.1 - Introdução.....	1
1.2 - Objectivos Gerais .....	3
1.2.1 - Objectivos Específicos .....	3
1.3 - Importância do Trabalho .....	3
Capítulo 2.....	4
2.1 - Manutenção Industrial .....	4
2.1.1 - Histórico da evolução da manutenção industrial.....	5
2.1.2 – Importância da Manutenção.....	6
2.1.3 – Funções da Manutenção.....	7
2.1.4 – Tipos de Manutenção.....	8
2.1.4.1 - Manutenção Correctiva.....	8
2.1.4.2 - Manutenção de Melhoria .....	9
2.1.4.3 - Manutenção Preventiva .....	9
2.1.4.4 - Manutenção Preditiva .....	12
2.1.4.5 - Manutenção Detectiva .....	13
2.1.4.6 - Engenharia de Manutenção .....	13
2.1.5 – Organização da Manutenção .....	14
2.1.6 – Estratégias da Manutenção .....	16

2.1.7 – Indicadores da Manutenção .....	18
2.1.8 – Cálculos dos Indicadores da Manutenção.....	20
2.1.9 – Fiabilidade e Manutibilidade .....	21
2.1.10 – Falha e Avaria .....	24
2.1.10.1 – Tipos de falhas .....	25
2.1.10.2 – Causas da falha .....	25
2.1.10.3 – Análise de falha.....	26
2.2 – Relações com a Manutenção Industrial .....	27
2.2.1 – Relação entre Produção, Qualidade e Manutenção.....	27
2.3 – Modelos da Manutenção Industrial.....	28
2.3.1 – TPM – Manutenção Produtiva Total.....	28
2.3.1.1 – Pilares do TPM .....	30
2.3.1.2 – Perdas atacadas pelo TPM .....	34
2.3.1.3 – Medidas para atingir a Quebra Zero .....	35
2.3.1.4 – Conceito Básico dos 5S s’ .....	37
2.3.1.5 – Implementação do modelo TPM.....	42
2.3.2 – RCM – Manutenção Centrada na Confiabilidade.....	43
2.3.2.1 – Etapas de Implementação do modelo RCM.....	44
Capitulo 3.....	47
3.1 – Apresentação da Empresa Sodécia .....	47
3.1.1 – Instalações.....	47
3.1.2 – Caracterização histórica da Empresa Sodécia.....	47
3.1.3 – Actividades e Produtos .....	50
3.1.4 – Histórico da Empresa Sodécia na Guarda.....	51
3.1.5 – Vendas e Empregados.....	51
3.1.6 – Estrutura Organizacional da Empresa.....	52
3.1.7 – Equipamentos.....	53

Capítulo 4.....	59
4.1 – Aplicabilidade do Modelo de Manutenção .....	59
4.1.1 – Manutenção na Actualidade na Empresa .....	59
4.1.2 – Custos da Manutenção .....	60
4.1.2 – Proposta de aplicação do modelo de manutenção.....	61
4.1.3 – Implementação do modelo de manutenção .....	62
4.1.3.1 – Implementação do Software MAC .....	63
4.1.3.2 – Organização de centros de custos .....	68
4.1.3.3 – Procedimentos aplicar nos vários tipos de manutenção.....	68
4.1.3.4 – Aplicação de Técnicas de resolução de problemas.....	70
4.1.3.5 – Métodos aplicar na manutenção.....	73
Capítulo 5.....	75
5.1 – Conclusões .....	75
5.2 – Propostas para Trabalhos Futuros .....	76
Bibliografia .....	77
Anexo A .....	85
Anexo B .....	87
Anexo C .....	96
Anexo D.....	101



## Lista de Figuras

### Capítulo 1

Figura 1. 1 - Estratégias de uma empresa [Slack e Nigel, 1997] .....	1
--	---

### Capítulo 2

Figura 2. 1 - Importância da manutenção. [Mário Brito e Eurisko, 2003] .....	6
Figura 2. 2 - Fluxo da manutenção preditiva. [Geraghty, 2000] .....	13
Figura 2. 3 - Estratégias da manutenção preditiva. [Bertsche, 2008] .....	17
Figura 2. 4 - Indicadores de manutenção. [Cabral J.P., 2009] .....	19
Figura 2. 5 - Diagrama da manutenção. [Pinto, 2002] .....	20
Figura 2. 6 - Os oito Pilares do TPM .....	31
Figura 2. 7 - Iceberg das grandes perdas. ....	36
Figura 2. 8 - Diagrama espinha de peixe [Takahashi Y. and Osada T., 1993] .....	37
Figura 2. 9 - Diagrama Gantt [Takahashi Y. and Osada T., 1993] .....	37
Figura 2. 10 - Classificação das Falhas. [Farinha, 2011] .....	44

### Capítulo 3

Figura 3. 1 - Instalações Industriais da Sodecia na cidade da Guarda .....	47
Figura 3. 2 - Testes do Produto .....	50
Figura 3. 3 - Produtos fabricados por todo o Grupo Sodecia. ....	50
Figura 3. 4 - Pontos de distribuição e exportação do produto .....	51
Figura 3. 5 - Gráfico das vendas Anuais e número de colaboradores na Empresa. ....	51
Figura 3. 6 - Organograma da Empresa Sodecia. ....	52
Figura 3. 7 - Layout de produção da Empresa. ....	53
Figura 3. 8 - Prensas de 250 Ton. ....	53
Figura 3. 9 - Prensa de 630 Ton. ....	54
Figura 3. 10 - Prensas de 65 170 Ton. ....	54
Figura 3. 11 - Prensas Hidráulicas. ....	54
Figura 3. 12 - Prensas Soldadura. ....	55
Figura 3. 13 - Linha de Tratamento de Superfícies e Pintura. ....	55
Figura 3. 14 - Linha de Lavagem e de Desengorduramento de Peças. ....	55
Figura 3. 15 - Robots de Soldadura. ....	56
Figura 3. 16 - Aparelho de soldadura MIG/MAG e Suportes para o Produto. ....	56
Figura 3. 17 - Curvadoras de Tubo. ....	56
Figura 3. 18 - Máquina de Polimento por Abrasivos .....	57
Figura 3. 19 - Quinadora Hidráulica .....	57
Figura 3. 20 - Guilhotina Hidráulica. ....	57
Figura 3. 21 - Máquinas de Montagem e Rebitagem. ....	58
Figura 3. 22 - Máquinas e Ferramentas de Cravação. ....	58
Figura 3. 23 - Sistemas Hidráulicos de Furação. ....	58

## Capítulo 4

Figura 4. 1 - Custos associados a manutenção. ....	61
Figura 4. 2 - Tabela de classificação de Prioridades para a Manutenção. ....	70
Figura 4. 3 - Ferramentas clássicas utilizadas na resolução de problemas. ....	72
Figura 4. 4 - Etapas do ciclo PDCA. ....	74

### Anexo A

Figura A. 1 - Fluxograma de decisão do RCM. ....	86
--	----

### Anexo B

Figura B. 1 - Cronograma de Manutenção de Infra-estruturas. ....	87
Figura B. 2 - Registo de Ocorrências Correctivas. ....	88
Figura B. 3 - Registo dos Tempos da Manutenção Correctiva. ....	88
Figura B. 4 - Planos de Manutenção. ....	89
Figura B. 5 - Plano de Manutenção Preventiva. ....	89
Figura B. 6 - Registo do Plano de Manutenção. ....	90
Figura B. 7 - Plano de Manutenção Preditiva. ....	91
Figura B. 8 - Mapa dos Planos de Manutenção Preditiva. ....	92
Figura B. 9 - Planos de Mudanças de Óleos. ....	92
Figura B. 10 - Indicadores de Intervenções vs Tempos. ....	93
Figura B. 11 - Indicadores de Tempo de Falha. ....	94
Figura B. 12 - Indicadores de Disponibilidade. ....	94
Figura B. 13 - Gestão de Stocks. ....	95

### Anexo C

Figura C. 1 - Interface dos Equipamentos. ....	96
Figura C. 2 - Interface da Gestão de Ordens de Trabalho (O.T). ....	97
Figura C. 3 - Interface da Gestão da Lubrificação. ....	97
Figura C. 4 - Interface da Manutenção Preventiva Sistemática. ....	98
Figura C. 5 - Interface da Manutenção Condicionada e inspecções. ....	98
Figura C. 6 - Interface dos Stocks e Compras. ....	99
Figura C. 7 - Interface das Redes e Estruturas. ....	99
Figura C. 8 - Interface dos Indicadores de Manutenção. ....	100

### Anexo D

Figura D. 1 - Fluxogramas de Manutenção. ....	104
---	-----

## Lista de Quadros

### Capítulo 2

Quadro 2. 1 - Características típicas de um projecto tendo em vista a manutenibilidade..... 24

Quadro 2. 2 - Quadro de questões para os colaboradores da empresa. [Almeida M., 2006] ..... 39

Quadro 2. 3 - Implementação do TPM. [Nakajima, 1989]..... 43

### Capítulo 3

Quadro 3. 1 - Expansão da Empresa Sodecia ..... 48

Quadro 3. 2 - Presença Global da Empresa Sodecia. .... 49





# Capítulo 1

## 1.1 - Introdução

Numa economia cada vez mais globalizada, a competitividade é um factor primordial na sobrevivência das empresas, obrigando a padrões de qualidade mais elevados. Nos últimos anos, a concorrência tem vindo a intensificar-se em todas as áreas da indústria o que tem forçado as empresas a reverem as suas políticas e estratégias internas como podemos observar na figura 1. Para conseguir assegurar esses padrões de elevada qualidade, é necessário um entendimento entre a eficiência dos equipamentos e a Manutenção. [Carlos Cabrita, 2002]

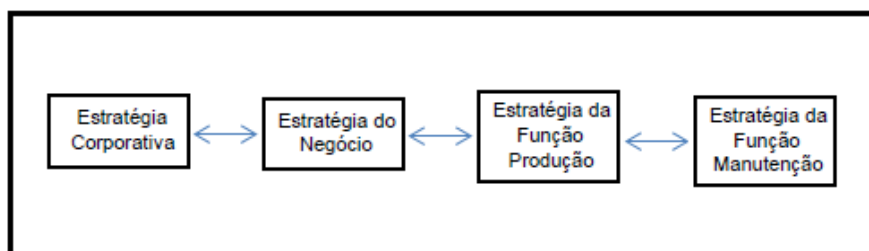


Figura 1. 1 - Estratégias de uma empresa [Slack e Nigel, 1997]

Todo o equipamento ou bem está sujeito a um processo de deterioração, especialmente se estiver em actividade ou funcionamento contínuo, para o qual foi concebido. Para que a produtividade de uma instalação fabril, constituída por uma diversidade enorme de equipamentos ou bens, tenha resultados positivos, é necessário que todos eles sejam mantidos nas melhores condições de funcionamento.

Assim, todo esse equipamento deverá sofrer, ao longo da sua vida útil de funcionamento, reparações, inspecções programadas, rotinas preventivas programadas e adequadas, substituição de peças e órgãos, mudanças de óleo, lubrificações, limpezas, pinturas, correcções e afinações de defeitos resultantes quer do seu fabrico quer do trabalho que estiver a realizar.

O conjunto de todas estas acções constitui aquilo a que se chama manutenção. A manutenção, reputada de tarefa secundária e dispendiosa, alvo de reduções fortes em tempo de crise ou em situações económicas difíceis, passou, então, pelos custos das suas intervenções, a ser considerada factor determinante na economia das empresas, capaz de alterar radicalmente os índices de produtividade, a livre concorrência e o aumento de produção por empregado. [Mário Brito e Eurisko, 2003]

Como tal, a manutenção industrial, devido ao seu desenvolvimento nos dias de hoje, é uma área científica e tecnológica cada vez com maior importância no domínio das engenharias. A missão da manutenção, quando são utilizados métodos tradicionais de gestão, passa a ter uma complexidade maior, principalmente quando não existe muita pró-actividade, ou seja, quando se realizam actividades preventivas desnecessárias em grande quantidade e se pratica pouca ou nenhuma análise de falhas. [Jcandido, 2009]

Actualmente, a manutenção é de grande importância nas empresas industriais, em que são definidas políticas concretas respeitantes ao seu planeamento, ao controlo adequado dos equipamentos, à redução de custos directos e à utilização de ferramentas através de meios informáticos.

Para uma empresa obter um bom desempenho necessita de uma Manutenção contextualizada e focalizada nos objectivos estratégicos da mesma, com funções bem definidas no sentido de otimizar a manutenção no interior da empresa, reduzindo custos directos e indirectos e aumentando a sua eficácia e produção para atingir a Excelência. [Carlos Cabrita, 2002]

Tais benchmarks referem que, podem ser ameaçados caso ocorram falhas nas máquinas e equipamentos devido a uma falta de manutenção. Nas empresas e indústrias, a solicitação de um serviço de manutenção é feita através da emissão de uma Ordem de Serviço (OS) ou Ordem de Trabalho (OT), onde o responsável pela produção, informa o defeito ou falha ocorrida para o sector de manutenção. A prioridade do atendimento geralmente é definida pela administração da manutenção. O conjunto de procedimentos relacionados aos processos de gerenciamento da manutenção é denominado de Gestão da Manutenção ou gerência de manutenção preditiva. É comum o uso de um gráfico, Custo x Tempo para a determinação dos custos envolvidos na manutenção, que em geral determina-se da seguinte maneira, “quanto maior o tempo, maior o custo”. Ou seja, a tendência dos custos de manutenção de um equipamento, aumentam consoante o seu o tempo útil de vida. [Jcandido, 2009; Campos, 1992]

As principais actividades do profissional de manutenção são: Planeamento de Manutenção, Execução da manutenção, Inspeção de equipamentos e Montagens de equipamentos.

Costumeiramente classifica-se a manutenção em 5 grandes grupos:

- Manutenção Correctiva
- Manutenção Preventiva
- Manutenção Preditiva
- Manutenção Detectiva
- Engenharia da Manutenção

Existem outras ferramentas de gerência de manutenção ou estratégias de organização e são apresentadas como substitutas à manutenção preditiva e a solução definitiva aos seus altos custos de manutenção: [Almeida, 2009; Jcandido, 2009]

- RCM - manutenção centrada na confiabilidade “reability centered maintenance”.
- TPM - manutenção produtiva total “total productive maintenance”.

Tendo em conta o conjunto de exigências referidas, esta dissertação vem propor uma reestruturação organizacional na área da manutenção da empresa metalomecânica Sodecia situada na cidade da Guarda. A realização desta dissertação vem também contribuir para o desenvolvimento pessoal e profissional, aplicando todos os conhecimentos adquiridos ao longo da conclusão do curso de mestrado em Engenharia Electromecânica e também promoverá uma abertura para futuros trabalhos académicos ou para futuras aplicações profissionais na área descrita.

## **1.2 - Objectivos Gerais**

Esta dissertação tem por objectivo implementar um plano de manutenção numa empresa metalomecânica situada na cidade da guarda cujo nome é Sodecia e produz peças para o ramo automóvel, de forma a garantir maior agilidade, flexibilidade e competitividade.

### **1.2.1 - Objectivos Específicos**

O plano de manutenção a ser implementado na empresa Sodecia concerne na redução de custos, redução do tempo de intervenção, melhoria contínua dos equipamentos de forma a beneficiar a produção e reduzir os tempos de paragem da mesma e organizar informações de forma apoiar a gestão de manutenção.

## **1.3 - Importância do Trabalho**

Para que a empresa continue competitiva no mercado é necessário que todos os sectores estejam focados nos objectivos da empresa e trabalhem para que o mesmo venha a ser realizado. Para que isso ocorra é necessário que o sector de manutenção tenha um gerenciamento estruturado a partir de um conjunto de práticas de manutenção bem definidas, sólidas e disseminadas por todo o sector, assegurando os resultados e metas para sobrevivência da mesma. Uma manutenção gerenciada adequadamente contribuirá para qualidade e produtividade do produto, minimizará custos de produção, terá controlo total e será mais ágil nos processos industriais garantindo uma vantagem competitiva para a empresa, sobre as empresas concorrentes directas e indirectas.

# Capítulo 2

## 2.1 - Manutenção Industrial

Entende-se por manutenção o conjunto das acções que têm por fim executar as operações necessárias para que os equipamentos sejam mantidos ou restabelecidos num estado especificado ou com possibilidade de assegurar um serviço determinado, por um custo global mínimo. Em termos operacionais pretende-se que: [Ferreira, 1998; Pereira, 1988]

- seja permitida uma execução normal das operações fabris nas melhores condições de custo, segurança e qualidade, como é o caso da manutenção dos equipamentos da produção.
- seja fornecido um serviço nas melhores condições de conforto e custo, como é o caso de serviços prestados na área dos transportes, hospitais e serviços em geral.

Fazer manutenção é, portanto, efectuar as operações de lubrificação, observação dos equipamentos, reparação e melhoramentos, que permitem conservar o estado do equipamento, de forma a assegurar a continuidade e qualidade da produção, sendo que fazer uma boa manutenção é executar todas estas operações por um custo global mínimo.

Algumas definições podem ser apresentadas para o termo manutenção:

- “Acto ou efeito de manter”. [Ferreira, 2001]
- “As medidas necessárias para a conservação ou permanência, de alguma coisa ou situação” e ainda “Os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas”. [Aurélio, 2003]
- “Combinação de acções técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item num estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. [NBR 5462, 1994]
- “Forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas, cuidando das suas instalações físicas”. [Slack, 1997]
- “Fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projectado, num nível de desempenho exigido”. [Xenos, 1998]
- “Um conjunto de actividades com o objectivo de suprimir defeitos de qualidade produzidos pelas avarias e eliminar a necessidade de ajustes dos equipamentos”. [Shirose, 1994]

Com base nas definições apresentadas pode-se dizer então que Manutenção é o acto de estabelecer e gerenciar de forma contínua e sistemática as acções para eliminação de falhas já ocorridas e melhoria dos equipamentos, assegurando durante toda sua vida útil, as características especificadas em projecto, além de garantir a saúde e segurança de seus utilizadores e a preservação do meio ambiente.

## **2.1.1 - Histórico da evolução da manutenção industrial**

No decorrer da evolução da humanidade a manutenção apresentou diversas fases distintas, de acordo com o grau de desenvolvimento tecnológico e da influência das máquinas e equipamentos na economia das nações.

As fases de evolução podem ser divididas conforme a descrição a seguir:

1ª Fase: Pré Revolução Industrial - Século XVIII: Nesta fase não existiam equipas dedicadas à actividade de manutenção. O próprio operador, que na maioria das vezes era o dono da máquina, também era o responsável pela sua construção e manutenção. A participação das máquinas na economia era relativamente pequena, portanto a parada não causava grandes problemas. Além disso, a complexidade das máquinas existentes era muito pequena, tornando o reparo relativamente simples.

2ª Fase: Primeiras Equipas - Século XIX: Nesta época surgem as grandes invenções que revolucionaram a vida da humanidade: electricidade, máquinas a vapor e motores. A complexidade das máquinas começa a aumentar, exigindo conhecimentos especiais para a operação e consertos. Os equipamentos começam a influenciar a vida das pessoas exigindo maior agilidade no reparo. Para garantir o funcionamento começa a surgir a necessidade de pessoal especializado e a disponibilidade de recursos para execução da manutenção das máquinas.

3ª Fase: Correctiva - 1900 a 1920: A primeira guerra mundial demonstra a grande influência das máquinas no poder das nações. Com a necessidade de produção em grande escala são construídas as primeiras grandes indústrias. A parada da máquina necessita um reparo rápido para garantir o nível de produção. Dentro das indústrias são constituídas as equipas de manutenção correctiva.

4ª Fase: Preventiva - 1920 a 1950: A segunda guerra mundial impulsiona a indústria aeronáutica, que torna um factor decisivo para o conflito. Os aviões são máquinas que praticamente não admitem defeitos, surgindo o conceito de prevenção na manutenção. Nesta época surge a electrónica e o primeiro computador. Alguns instrumentos começam a ser incorporados às máquinas auxiliando na operação e programação da manutenção.

5ª Fase: Racionalização - 1950 a 1970: A crise do petróleo, matéria-prima fundamental para os processos industriais, gera grande impacto nos custos de produção. As indústrias já representam a principal actividade económica, sendo o principal factor de classificação das nações. Os custos de manutenção precisam ser racionalizados. As indústrias começam a utilizar a Engenharia de Manutenção, que promove o desenvolvimento das primeiras técnicas aplicadas ao monitoramento das condições dos equipamentos. O conserto e a prevenção não são suficientes, a actuação da manutenção deve ser feita com economia.

6ª Fase: Produtiva Total - 1970 até hoje: A globalização aumenta a concorrência entre as indústrias. Novas técnicas de controlo de qualidade geram produtos de elevado desempenho. As empresas que não acompanham o desenvolvimento tecnológico não conseguem sobreviver. A manutenção torna-se uma importante ferramenta para a melhoria da produtividade, através da análise da causa de falha dos equipamentos. As indústrias japonesas e americanas conseguem.

Destaque na produtividade, utilizando ferramentas administrativas que integram a produção com a manutenção melhorando a qualidade dos produtos e reduzindo os custos de manutenção. [Nassar, 2000; Carlos Cabrita, 2003; Pereira, 1988, Monchy, 1989]

## 2.1.2 - Importância da Manutenção

Aos seus problemas tradicionais vieram juntar-se agora as economias de energia, a conservação do meio ambiente, a renovação dos equipamentos e das instalações, a fiabilidade, a manutibilidade, a eficácia, a optimização dos processos industriais, a sua própria qualidade e a valorização dos seus técnicos.

Sente-se uma importância crescente da manutenção como um dos vectores fundamentais da economia das empresas. [Mário Brito e Eurisko, 2003]

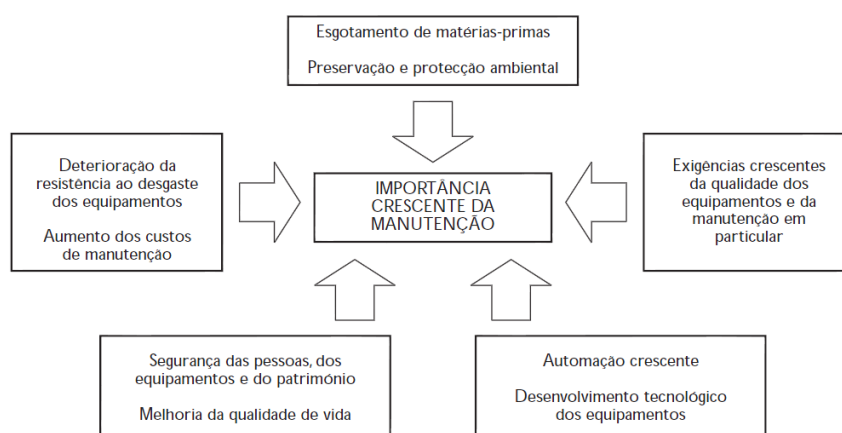


Figura 2. 1 - Importância da manutenção. [Mário Brito e Eurisko, 2003]

### 2.1.3 - Funções da Manutenção

Embora as actividades da Manutenção variem de acordo com a dimensão e o tipo de empresa, bem como com a estratégia adoptada para essa função, é possível agrupar essas actividades em duas áreas funcionais: as funções primárias, relacionadas com o trabalho diário efectuado pelo Departamento de Manutenção, e as funções secundárias, que são adjudicadas ao serviço por razões práticas, históricas ou outras. [Cabral J.S.,1998]

Essas actividades da Manutenção podem ser agrupadas do seguinte modo:

#### a) Funções primárias:

- Manutenção dos equipamentos da empresa: esta actividade representa a razão de existência da Função Manutenção. O objectivo consiste em realizar as reparações necessárias ao equipamento de produção o mais rápido e economicamente possível, e tentar antecipar essas reparações, recorrendo a um programa de manutenção adequado a cada situação.
- Manutenção de edifícios e terrenos: as reparações em edifícios e nas infra-estruturas exteriores de uma empresa - arruamentos, sistemas de drenagem, captação e fornecimento de água às instalações fabris - são algumas das tarefas normalmente atribuídas à Função Manutenção.
- Exploração das instalações de produção/abastecimento energético: se as instalações fabris da empresa geram a sua própria energia eléctrica e possuem o seu próprio processo de obtenção de vapor, a central de geração assume os contornos de uma pequena central pública. Logicamente, esta actividade é assumida pelo Departamento de Manutenção.
- Instalação de novos equipamentos, participação na concepção e construção de equipamentos e/ou edifícios.
- Inspeção, lubrificação e limpeza dos equipamentos da empresa.

#### b) Funções secundárias:

- Controlo do armazém de peças: na maioria das empresas existe a diferenciação entre os armazéns gerais e o armazém de peças. Normalmente, a administração do armazém de peças é do domínio da Manutenção, devido à estreita proximidade das duas actividades.
- Recolha e tratamento dos desperdícios industriais: devido às normativas ambientais actuais e às tecnologias utilizadas (compactadores, estações de tratamento de águas residuais, entre outras), esta actividade entra igualmente no domínio da Manutenção.
- Controlo de fontes de poluição: tendo em conta que a emissão de poluentes, atmosféricos e outros, está sujeita a normalização apertada, como é óbvio os diversos

componentes do processo produtivo passíveis de emitir poluentes estão sujeitos a controlos e afinações periódicas. Esta actividade, como se torna evidente, recai também sobre a Manutenção.

- Licenciamento de equipamento e de instalações: esta actividade é domínio da Manutenção, pois grande parte da informação necessária é oriunda do Departamento de Manutenção.
- Estudos e projectos.
- Outras actividades: o Departamento de Manutenção de uma empresa parece atrair actividades que nenhum outro departamento pode ou quer abarcar. No entanto, é importante não diluir as funções primárias da Manutenção nas funções secundárias.

Independentemente das actividades atribuídas à Manutenção, é de extrema importância que sejam claramente definidas, assim como os limites de autoridade e de responsabilidade associados a cada uma dessas actividades. [Carlos Cabrita, 2003; Cabral J.S., 1998]

## **2.1.4 - Tipos de Manutenção**

### **2.1.4.1 - Manutenção Correctiva**

Por manutenção correctiva entende-se, de acordo com a EN 13306, *a manutenção efectuada depois da detecção de uma avaria e destinada a repor o bem num estado em que possa realizar uma função requerida* (Cabral J.S., 1998).

Também é conhecida como “Run To Failure” (RTF), que significa “operar até quebrar” ou de curativa, é a forma mais óbvia e primaria da manutenção, destina-se ao reparo dos equipamentos apos a avaria, não havendo tempo de planear o serviço de intervenção. Esta constitui a forma mais cara de manutenção quando encarada do ponto de vista total do sistema. [Castella,2001; Pereira, 2004]

Este tipo de manutenção, de acordo com Luís A. Ferreira citado por Correia Filipe (2006), tem o inconveniente de provocar perdas de produção, de tornar as reparações mais dispendiosas, de aumentar a indisponibilidade dos equipamentos e de provocar oscilações nas necessidades de mão-de-obra.

Podemos citar algumas vantagens e desvantagens deste tipo de manutenção:

#### **Desvantagens:**

- *As máquinas param durante os horários de produção;*
- *As empresas precisam de máquinas de reserva ou de trabalhar com stocks de reserva;*
- *Cria um elevado custo para a empresa;*
- *Baixa utilização anual dos equipamentos e máquinas e, portanto, das cadeias produtivas;*



- *Diminuição da vida útil dos equipamentos, máquinas e instalações;*
- *Paragem para manutenção em momentos aleatórios e na grande parte são inoportunos por corresponderem a épocas de ponta de produção, a períodos de cronograma apertado, ou até a épocas de crise geral;*

Apesar de rudimentar, a manutenção correctiva necessita de:

- Pessoal previamente treinado para actuar com rapidez e proficiência em todos os casos de defeitos previsíveis e com quadro e horários bem estabelecidos;
- Existência de todos os meios materiais necessários para a acção correctiva que sejam: aparelhos de medição e teste adaptados aos equipamentos existentes e disponíveis, rapidamente, no próprio local;
- Existência das ferramentas necessárias para todos os tipos de intervenções necessárias que se convencionou realizar no local;
- Existência de manuais detalhados de manutenção correctiva referentes aos equipamentos e às cadeias produtivas, e sua fácil acessibilidade;
- Existência de desenhos detalhados dos equipamentos e dos circuitos que correspondam às instalações actualizados;
- Contratos bem estudados, estabelecidos com entidades nacionais ou internacionais, no caso de equipamentos de alta tecnologia cuja manutenção local seja impossível;
- Reciclagem e actualização periódicas dos chefes e dos técnicos de manutenção;
- Registos dos defeitos e dos tempos de reparo, classificados por equipamentos e por cadeias produtivas (normalmente associadas a cadeias de manutenção);
- Registo das perdas de produção (efectuado de acordo com a operação-produção) resultantes das paradas devidas a defeitos e a parada para manutenção. [Pereira, 2004; Guimarães, 2005]

#### **2.1.4.2 - Manutenção de Melhoria**

A política de Manutenção de Melhoria, também conhecida por Manutenção Correctiva Preventiva, consiste no reparo programado das avarias detectadas durante as inspecções preventivas ou predictivas. Também estão dentro dessa política os reparos que visam tornar o equipamento mais confiável e mais fácil para inspeccionar e reparar. Acções como melhoria dos sistemas de lubrificação, melhoria de protecções, eliminação de fontes de contaminação, redução do risco de acidentes e melhorias na forma, tipo e acesso aos componentes, caracterizam essa política de manutenção. [Shirose, 1994; Takahashi, 1993] Acções de melhoria aplicadas de forma gradativa e contínua constituem-se no Kaizen de manutenção, um termo de origem japonesa que representa a ideia de aplicação de melhorias. [Xenos, 1998]

#### **2.1.4.3 - Manutenção Preventiva**

Orientada no sentido de evitar a ocorrência de avarias e garantir o funcionamento seguro e eficiente do equipamento. Este tipo de manutenção permite assegurar a continuidade do

funcionamento dos equipamentos, apenas existindo paragens para manutenções programadas e desta forma a empresa terá uma maior consistência em cumprir os planos de produção. Dentro da manutenção preventiva existem os seguintes sub-tipos: [Moubray, 1997]

➤ **Manutenção Preventiva Sistemática**

A manutenção preventiva sistemática, de acordo com a Norma Europeia, *é a manutenção preventiva executada a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de funcionamento, sem controlo prévio do estado do bem* e tem por objectivo reduzir a ocorrência das avarias devido a desgaste, envelhecimento, corrosão e contaminação e minimizar as perdas de produção e evitar os efeitos nocivos, na qualidade dos produtos, que podem ser ocasionados por esses factores. [Cabral J. S., 1998]

No âmbito da manutenção preventiva as tarefas são realizadas em intervalos regulares de tempo ou de acordo com os valores das variáveis de controlo que foram definidas (horas de serviço, número de ciclos/movimentos, etc.) e com um programa que estabeleça as tarefas a desenvolver. [Farinha, 2011]

Em geral, a manutenção preventiva sistemática integra diferentes tipos de tarefas: rotinas de inspecções, actividades de beneficiação, designadamente, limpezas, lubrificações e reapertos, entre outras, calibração de instrumentos, verificação do funcionamento de componentes e equipamentos, ajustamentos e substituição de elementos em fim de vida ou que estejam em estado de degradação. [Dhillon, 2002]

Também se integra neste tipo de manutenção as tarefas de acondicionamento dos equipamentos, com beneficiação e substituição das peças e componentes no final da vida útil. [Bertsche, 2008]

A manutenção preventiva aumenta a disponibilidade dos equipamentos e instalações, permite uma melhor gestão da mão-de-obra disponível, reduz a necessidade de peças de reserva em armazém, melhora as condições de higiene e segurança no trabalho, permite a standardização de procedimentos e redução de custos. [Moblely, 2002]

A manutenção preventiva sistemática tem algumas desvantagens, designadamente, o aumento de custos na fase inicial, a possibilidade de reparar equipamentos que se encontram em boas condições de funcionamento, e o risco de danificar peças ou componentes de equipamentos durante a desmontagem e nas fases subsequentes da reparação. [Moblely, 2002]

➤ **Manutenção Preventiva Condicionada**

É uma nova abordagem da manutenção preventiva, baseada no conhecimento do estado real do equipamento a partir da implementação de um sistema de controlo da condição. Isto permite

em vez de realizar os trabalhos de manutenção preventiva em intervalos de tempo fixos passamos a realizar inspecções em intervalos fixos e se necessário procede-se à respectiva reparação. Com este tipo de manutenção é possível obter ganhos por redução de perdas de produção e por redução de custos de manutenção. [Cabral J.P., 2009]

A implementação de um programa de manutenção condicionada deve ser cuidadosamente estudada e envolve diversas etapas, designadamente, a identificação e avaliação da instalação e dos equipamentos, a selecção das técnicas de diagnóstico e dos correspondentes sensores, a definição dos níveis de referência a utilizar, a elaboração de fichas de inspecção e a formação do pessoal envolvido. Tendo em atenção a multiplicidade de causas envolvidas na degradação de um equipamento é geralmente necessário considerar diversas técnicas para monitorizar um mesmo equipamento. [Farinha, 2011; Moubray, 1997]

Existem várias técnicas de controlo de condição dos equipamentos, tais como: [Assis R, 2010; Wireman T., 2007; Ferreira L.A., 1998; Pinto V., 2002]

#### ✓ **Análise de vibrações**

Utiliza equipamentos com sensores, portáteis ou fixos, capazes de medir a vibração, o que possibilita o estabelecer de análises de tendências, calcular e reportar a condição mecânica dos equipamentos. As características vibratórias medidas em vários pontos do equipamento são comparadas com os valores correspondentes ao equipamento no seu estado novo e os desvios, a partir de certo nível, sugerem a presença de anomalias. A utilização desta técnica exige conhecimentos práticos sobre a teoria das vibrações e requer, conseqüentemente formação especializada.

#### ✓ **Termografia**

É uma técnica que usa instrumentação que permite visualizar e medir a energia infra vermelha (calor) emitida pelos equipamentos: a detecção de anomalias térmicas - áreas mais quentes ou mais frias do que deveriam - permite localizar e identificar problemas ou alterações na instalação. O equipamento de termografia permite transformar, em tempo real, uma imagem infra vermelha numa imagem visível. A utilização desta técnica tem as seguintes vantagens:

- Ausência de contacto físico com o equipamento inspeccionado
- Não interfere com a operação normal do equipamento inspeccionado
- Análise de grandes áreas em tempo reduzido
- Grande sensibilidade a pequenas alterações térmicas
- Sistema portátil e autónomo
- Possibilidade de registo visual da distribuição de temperaturas

#### ✓ **Análise dos parâmetros de rendimento**

Esta técnica baseia-se na recolha dos parâmetros necessários para o cálculo do rendimento do equipamento com vista à verificação da sua boa operacionalidade. Recolhe-se por exemplo os valores de binário, rotações, pressões e intensidades de corrente.

#### ✓ **Inspecção visual**

Nunca é demais insistir na enorme importância que a inspecção visual regular tem na implementação de qualquer programa de manutenção condicionada. Sintomas, tais como fugas, desapertos, fissuras, são, com facilidade detectados.

#### ✓ **Medições ultra-sónicas**

Técnica apropriada para a detecção de fugas de gases ou líquidos em tubos, válvulas e acessórios de montagem e, também, para medição de espessura das paredes em tubos e reservatórios.

#### ✓ **Análise aos lubrificantes**

As análises aos lubrificantes são vitais para o plano de manutenção, pois através destas poderemos avaliar o estado de condição do lubrificante, determinar ou não a sua mudança e ainda mais importante, obter o diagnóstico de condição do equipamento onde este lubrificante trabalha. Uma análise a um lubrificante inclui a determinação de vários parâmetros físico-químicos (viscosidade, partículas insolúveis, teor de água, índice de acidez, oxidação, alcalinidade, demissibilidade) e uma análise dos metais de desgaste. [Guimarães, 2005]

### **2.1.4.4 - Manutenção Preditiva**

A avaliação dos sinais vitais do equipamento antes de uma intervenção é o conceito básico da política de manutenção preditiva. [Geraghty, 2000]

Diferentemente da Preventiva que se baseia no tempo de vida estimado do componente, a Preditiva baseia-se na análise das suas condições, permitindo a operação ininterrupta do equipamento durante o maior tempo possível, antes de uma intervenção correctiva planejada, além de otimizar os custos relativos a uma troca prematura caracterizada pela Preventiva. [Camara, 2001] A Preditiva, evitando o que se pode chamar de tendência a uma super manutenção, também auxilia na redução do volume de trabalho da Preventiva e na melhoria da qualidade do produto. [Takahashi, 1993]

Técnicas de inspecção mais sofisticadas que as utilizadas na Preventiva, caracterizam a política de manutenção preditiva. Problemas como desgastes e contaminações, podem ser detectados por meio de uma análise físico-química dos lubrificantes em uso no equipamento, análise essa

que leva o nome de Ferrografia. Atritos excessivos, falhas de isolamento e mau contacto podem ser detectados pela Termografia, que analisa o espectro de temperatura das partes do equipamento. Alterações de densidade e de espessura podem ser detectadas por ultrasonografia. Outras técnicas como a fluorescência para detecção de trincas, a análise de vibração e o alinhamento a laser completam o arsenal da Manutenção Preditiva. [Antunes, 2001; Mirshawka, 1991]

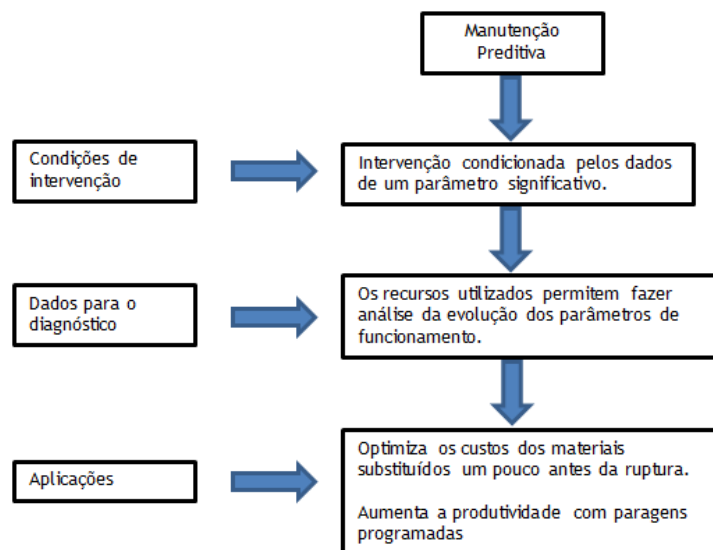


Figura 2. 2 - Fluxo da manutenção preditiva. [Geraghty, 2000]

#### 2.1.4.5 - Manutenção Detectiva

Na década de 1990 o termo manutenção detectiva começou a ser utilizado. É um tipo de manutenção efectuada em sistemas de protecção procurando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis aos operadores das máquinas ou ao responsável de manutenção [Castella,2001]

Em geral são equipamentos de protecção cuja falha só poderá ser identificada no momento do uso, comprometendo de maneira significativa a sua função. Exemplos desse tipo de equipamento são os sistemas de alarme e combate a incêndios e iluminação de emergência. [Geraghty, 2000] Para se detectar as falhas ocultas desses equipamentos, são instalados dispositivos como lâmpadas de sinalização e alarmes de painel. [CAMARA, 2001]

#### 2.1.4.6 - Engenharia de Manutenção

Também definida como Prevenção da Manutenção, esta tem como princípio melhorar a confiabilidade e a manutenibilidade dos equipamentos. [Xenos, 1998; Camara, 2001]

Outro princípio da Engenharia de Manutenção é a minimização do custo do ciclo de vida dos equipamentos ainda durante a fase do projecto, pois esse custo do ciclo de vida é praticamente imutável após o término do projecto, pelo facto de que 90% a 95% do equipamento são imutáveis após sua construção. [Nakajima, 1989]

O conceito do custo do ciclo de vida dos equipamentos surgiu com o Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América em 1966 e engloba os seguintes custos: [SAE, 1993]

- custos de aquisição;
- custos de operação ;
- custos de manutenção planejada e não planejada;
- custos de transformação e rejeição.

Para que seja determinado correctamente o custo do ciclo de vida dos equipamentos, é fundamental a parceria e a retroalimentação de informações entre fabricantes e utilizadores. Essa parceria permite também identificar em equipamentos iguais ou similares as oportunidades de melhoria da confiabilidade e da manutenibilidade, a serem implementadas ainda na fase de projecto de novos equipamentos. [SAE, 1993; Nakajima, 1989; Xenos, 1998].

### **2.1.5 - Organização da Manutenção**

O bom desempenho da função manutenção em todas as empresas industriais ou qualquer tipo de estrutura depende de certos factores básicos dos quais são determinantes para a qualidade e bom desempenho dos serviços efectuados, estes são: [Torres, 2005; Souris, 1992]

a) Arquivo de catálogos: Uma boa manutenção depende muito de um bom stock de componentes. A qualidade do material é o principal factor a ser considerado, sendo função da manutenção a actualização das especificações com o mercado de fornecedores.

Para isso é preciso estabelecer: tipo de arquivo a ser adoptado, tipo de controlo, sistema de contacto com fornecedores e sistema de difusão da informação. Actualmente, a disponibilidade de informações através da internet vem determinar novos procedimentos para a formação de arquivo de catálogos através do meio electrónico.

b) Arquivo de desenhos e manuais: O arquivo de desenhos dos equipamentos e instalações é muito importante para as actividades de manutenção. Em muitos casos a obtenção de desenhos de detalhes dos equipamentos é difícil, pois trata-se muitas vezes da tecnologia do fornecedor que não é vendida com o equipamento.

Os factores que devem ser considerados para a formação do Arquivo de Desenhos são: arquivo de originais, arquivo de alterações efectuadas, arquivo de cópias para o escritório técnico e o arquivo de oficinas. Actualmente, com os processos de digitalização das informações técnicas, a maioria das empresas tem disponíveis os desenhos através de “rede interna”, facilitando a transmissão da informação entre os diversos sectores.

c) Formação do responsável de manutenção: Esta deve ser dividida entre os diversos níveis profissionais e em características técnicas. O importante é que na realização da formação é que sejam atingidos os objectivos e estes podem ser descritos como: especialização em equipamentos específicos do processo industrial; integrar o homem aos procedimentos da empresa; capacitar funcionários para novas funções; qualificar a mão-de-obra e reduzir as possibilidades de acidentes.

Este tipo de formação na manutenção deve abranger cursos para mão-de-obra especializada e cursos para estagiários, fazendo-os passar por uma fase de recuperação de componentes, reformas de equipamentos em oficina, instalações de equipamentos, serviços de prevenção da manutenção, para depois passar a níveis de manutenção preventiva e correctiva de emergência.

d) Serviços de escritório técnico de manutenção: Este deverá ser composto de engenharia de manutenção, projectos e arquivos. Em muitos casos, admite-se ainda os sectores de planeamento e suprimentos normalmente subordinados à engenharia industrial.

➤ Funções da engenharia de manutenção são:

- Manter a eficiência da manutenção em níveis aceitáveis;
- Analisar a procedência e causa das manifestações que provocam os serviços de manutenção;
- Classificar, padronizar, simplificar e codificar os materiais de manutenção;
- Estudar e planejar reformas, grandes paragens;
- Estudar e determinar contratação de serviços de terceiros, verificando a viabilidade;
- Analisar a aplicação de novos materiais e sistemas;
- Recomendar os itens críticos que devem ser mantidos em stock;
- Auxiliar tecnicamente os restantes sectores da empresa;
- Indicar os métodos de manutenção a ser aplicados.

➤ Funções da equipa de projectos:

- Supervisionada pela Engenharia de Manutenção;
- Manter a actualização de todos os desenhos mediante solicitação;
- Executar projectos de instalações ou de serviços de prevenção de manutenção;
- Preparar normas, desenhos e especificações para componentes e equipamentos.

➤ Funções da equipa de arquivos:

- Manter organização dos arquivos de desenhos, manuais e catálogos;
- Conservar o arquivo de modo geral.

- Funções da equipa de planeamento:
  - Controlar a documentação de serviços de manutenção;
  - Planejar serviços pendentes, procurando atingir os melhores índices;
  - Preparar e distribuir informações das actividades de manutenção;
  - Planejar, programar e coordenar as requisições de serviços.
  
- Funções da equipa de compras/vendas:
  - Manter um fluxo de compra eficiente;
  - Efectuar controlo de stocks, e também todos os restantes materiais;
  - Inspeccionar a aplicação de padronização de especificação e utilização;
  - Analisar os processos de compra;
  - Analisar os pedidos de urgência.

Estabelecidas as condições básicas para o funcionamento da manutenção deve-se estabelecer a melhor forma de organização do departamento de manutenção da empresa. Não existe uma estrutura ideal para a manutenção. Cada situação deve ser adequada às peculiaridades que lhe são próprias tanto do ponto de vista de complexidade dos trabalhos como dos recursos disponíveis. Qualquer que seja a forma de organização da manutenção os princípios básicos de administração devem ser aplicados para alcançar os resultados planeados, estes princípios são: [Torres, 2005; Souris, 1992]

- Autoridade: poder de administrar e dar ordens. Contratar, assumir riscos, etc.
- Responsabilidade: consequência natural da autoridade.
- Alcance do controle: capacidade de supervisionar.
- Cadeia de comando: reduzir o número de níveis hierárquicos.
- Unidade de comando: as divisões claras de autoridades são fundamentais.

### **2.1.6 - Estratégias da Manutenção**

As avarias dos equipamentos podem comprometer a concretização dos objectivos quantitativos e qualitativos da empresa. De acordo com a complexidade e a importância do equipamento e a extensão da avaria poderão ocorrer custos significativos para a empresa que podem comprometer os resultados económicos e a sobrevivência da empresa.

A estratégia de manutenção mais adequada para um Sistema Reparável e para as instalações industriais é o resultado da optimização de dois objectivos geralmente contraditórios: a procura da máxima disponibilidade e as limitações orçamentais do departamento de manutenção.



A estratégia de manutenção determina um conjunto de parâmetros fundamentais: política de armazenamento de materiais e peças de reserva, organização, número e qualificação dos recursos humanos, prioridades das acções de manutenção, entre outros. [Bertsche, 2008]

Embora determinada pelos objectivos da empresa a estratégia de manutenção é influenciada por um conjunto vasto de factores de que se destacam: o tipo de instalações e de processo produtivo, os objectivos e necessidades da produção, o plano de modernização e de substituição de equipamentos, a organização e os recursos internos e as características do mercado externo quanto às possibilidades de subcontratação e de aquisição de materiais e peças de reserva.



Figura 2. 3 - Estratégias da manutenção preditiva. [Bertsche, 2008]

Também o tipo, estado e idade das instalações e equipamentos, constituem elementos fundamentais na definição da estratégia de manutenção, devendo ser ponderados diversos aspectos: a sua importância no processo produtivo e a sua influência nos custos directos e indirectos da manutenção, as consequências de uma avaria no ambiente e na segurança de pessoas e bens, os resultados dos estudos efectuados à fiabilidade dos equipamentos, a facilidade e rapidez na execução das tarefas de manutenção, tipo de avarias no que se refere à sua aleatoriedade e/ou dependência do tempo de funcionamento, a possibilidade de efectuar o controlo de condição, a possibilidade de substituição por outro de reserva, os aspectos legais relacionados com exigências de vigilância e inspecções. Após este levantamento é necessário efectuar um estudo económico comparativo que contemple as vantagens e desvantagens de

cada opção de manutenção, nomeadamente quanto ao tipo de manutenção a efectuar a cada equipamento: preventiva sistemática, inspecções, correctiva, condicionada, etc.

As necessidades da produção têm consequências directas nas estratégias de manutenção no que se refere à definição dos períodos em que a manutenção poderá realizar as suas tarefas e às exigências quantitativas e qualitativas associadas a cada um dos equipamentos.

Os serviços de manutenção deverão participar na elaboração dos planos de modernização e/ou de substituição dos equipamentos e nas diversas fases da sua concretização. Dessa forma é possível, logo na fase de projecto definir critérios quanto à fiabilidade e manutibilidade dos equipamentos, proceder a eventuais alterações que se justifiquem e garantir a recepção técnica do equipamento e de toda a documentação necessária. O tipo de modelo de estrutura e de organização da manutenção, centralizado ou descentralizado, afecta o tipo de relacionamento e de empenhamento dos diversos intervenientes. O modelo centralizado permite uma melhor organização e especialização dos recursos humanos e meios técnicos de diagnóstico. Tem o inconveniente de um maior peso administrativo que dificulta uma resposta pronta e imediata. A manutenção descentralizada favorece a resposta pronta e imediata e o envolvimento da produção nas tarefas de manutenção preventiva. No entanto, neste modelo, não é viável economicamente quando são requeridos recursos e meios altamente especializados. [Mendonça Dias, 2002]

O número de trabalhadores e técnicos da manutenção, a sua formação e qualificação e os programas de formação contínua devem estar contemplados em qualquer estratégia de manutenção. As características do *software* de gestão da manutenção e a sua articulação com as restantes funções da empresa devem estar incluídas na estratégia de manutenção, assim como as características do armazém e a política de gestão de materiais e peças de reserva. Finalmente os meios oficinais existentes a sua distribuição pela fábrica e o seu nível de qualificação e especialização também afecta de forma significativa o êxito da manutenção.

Na definição da estratégia de manutenção, as opções, que forem tomadas, deverão passar a constituir as políticas de manutenção da empresa e deverão ficar registadas num manual, designadamente, os procedimentos e práticas de manutenção, as metas e objectivos, os critérios utilizados para enquadrar as máquinas em cada tipo de manutenção, entre outras.

### **2.1.7 - Indicadores da Manutenção**

A definição de indicadores de manutenção, entendidos como “característica medida de determinado fenómeno, estabelecida por uma fórmula, que avalia a sua evolução ” é uma forma de estabelecer metas e de medir o desempenho da função manutenção. [Cabral J. P., 2009].

Por indicador deve entender-se um conjunto de valores ordenados no tempo, para interpretar o comportamento de um processo, em relação a uma determinada meta ou objectivo. [Heredia Álvaro, 2004]

Para uma gestão eficiente da manutenção é necessário que exista um conjunto de indicadores que forneçam informações significativas sobre os aspectos mais relevantes e significativos da manutenção. De entre os diversos indicadores referidos na literatura seleccionaram-se, de acordo com Iony Siqueira, citado por [Simonetti, Souza, Leandro, Trabachini, & Ell, 2010], os seguintes: Tempo de paragem, Tempo de espera, Tempo de impedimento, Disponibilidade, Custo de manutenção, Tempo médio entre falhas e Tempo médio de reparação.

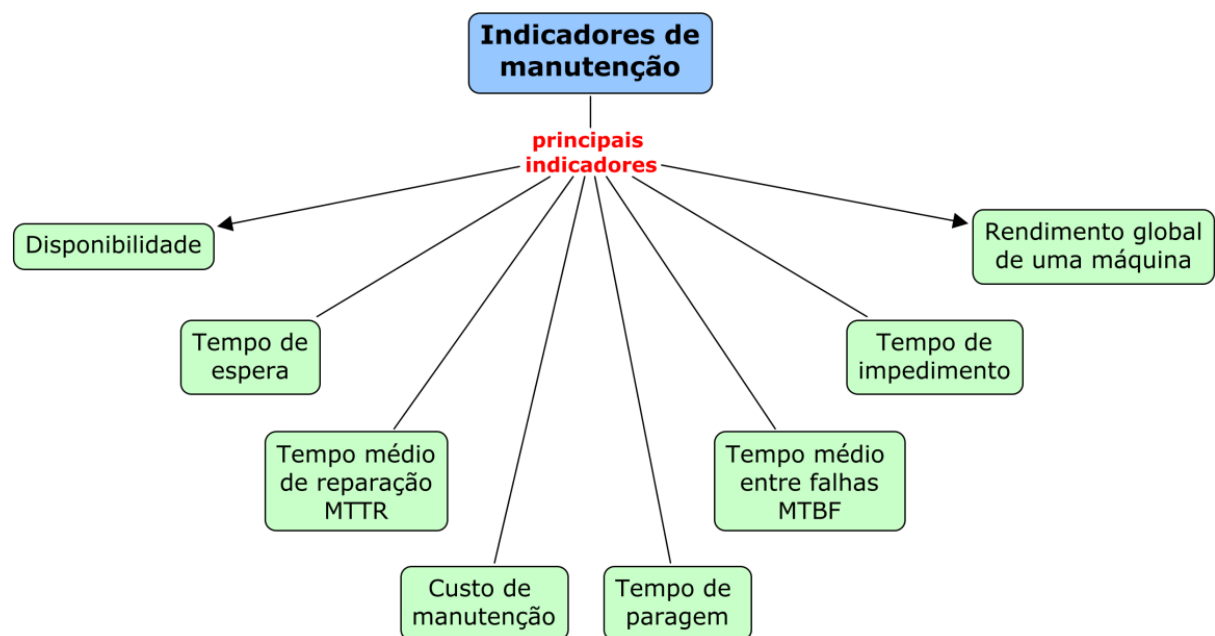


Figura 2. 4 - Indicadores de manutenção. [Cabral J.P., 2009]

- Por Tempo de Paragem entende-se o tempo decorrido entre a participação da indisponibilidade do equipamento e o recebimento da autorização para o colocar em funcionamento.
- O Tempo de Espera consiste no tempo que passou entre a comunicação da avaria do equipamento e o momento em que o responsável pela manutenção inicia o processo de resolução da avaria.
- Por Tempo de Impedimento entende-se o tempo de espera, gasto por entidades exteriores à manutenção (compras, laboratório, etc.).
- A Disponibilidade consiste na probabilidade de um equipamento se encontrar disponível num determinado momento.

▫ Nos Custos de Manutenção, estão incluídos os custos de perda de produção, os custos de manutenção e os custos associados aos componentes e peças de reserva, entre outros.

▫ O Tempo médio entre falhas (MTBF), representa o tempo que decorre, em média, entre duas falhas consecutivas e é um bom indicador da fiabilidade de um equipamento, isto é, da sua capacidade para desempenhar as suas funções, sem falhas, num determinado período de tempo. Como elemento informativo de interesse, para a gestão, refere-se a um período longo de análise, geralmente o ciclo de vida do equipamento e nesse caso é dado pelo inverso da taxa de falhas.

▫ O Tempo médio de reparação (MTTR) exprime a média dos tempos gastos nas reparações, para um determinado período de análise. Inclui todas as tarefas necessárias para reparar o Sistema, qualquer que seja a área funcional a que pertença (manutenção, compras, laboratório, etc.).

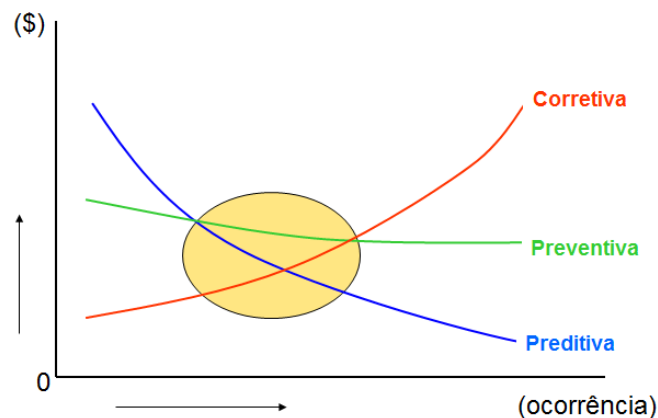


Figura 2. 5 - Diagrama da manutenção. [Pinto, 2002]

## 2.1.8 - Cálculos dos Indicadores da Manutenção

1-Backlog

$$\text{Backlog} = \frac{\sum H/h \text{ total de serviços por concluir}}{\sum H/h \text{ disponibilidade da equipa}} \quad (2.1)$$

2- Tempo médio entre falhas (MTBF - *Mean Time Between Failure*)

$$\text{MTBF} = \frac{\sum \text{Tempos de Funcionamento}}{\text{Número de Paragens para a Manutenção}} \quad (2.2)$$

3- Tempo médio para reparações (MTTR - *Mean Time To Repair*)

$$\text{MTTR} = \frac{\sum \text{Tempos de e Reparação}}{\text{Número de Paragens para a Manutenção}} \quad (2.3)$$

#### 4- Tempo médio para falhas (MTTF - *Mean Time To Failure*)

$$MTTF = \frac{\sum \text{Total de Horas de reparação dos elementos ou componentes}}{\text{Número de Paragens para a Manutenção}} \quad (2.4)$$

Restantes formulas dos Indicadores de Manutenção encontram-se no (Anexo A)

[Kardec et al, 2002; Branco, 1996; Heisler, 2003; Lakatos and Marconi, 2001]

### 2.1.9 - Fiabilidade e Manutibilidade

A sobrevivência das empresas depende cada vez mais da sua capacidade de assegurar a continuidade da produção, continuidade da qualidade dos produtos produzidos ou dos serviços prestados, preços competitivos, volume de produção, segurança operacional e segurança ambiental.

As necessidades evidentes de se ter sistemas mais eficazes e seguros, conduziram ao desenvolvimento de contratos de aquisição de sistemas e equipamentos baseados no desempenho durante o seu ciclo de vida.

Este compromisso obriga os fornecedores dos equipamentos a desenvolverem metodologias de análise de fiabilidade dos sistemas, no contexto operacional, partindo do valor da fiabilidade intrínseca dos itens considerados e tentando conhecer qual a sua evolução face às solicitações a que vão estar submetidos na prática e que, provavelmente, serão heterogêneas.

No contexto operacional, deverão ser desenvolvidas metodologias que promovam a melhoria contínua da disponibilidade e da segurança operacional dos sistemas, até aos níveis considerados satisfatórios, desenvolvimento que deverá ser realizado a custos controlados, dando origem à evolução das estratégias de Manutenção, recorrendo cada vez mais às tecnologias de informação mais actualizadas. [Carlos Cabrita, 2003]

A fiabilidade e conceitos relacionados tais como a disponibilidade, a manutibilidade e a segurança, não eram considerados como ciências até meados do século XX. Só nessa altura, e porque se tornou necessário controlar sistemas cada vez mais complexos, em que as avarias podiam ter consequências muito graves para a humanidade (acidentes em centrais nucleares, por exemplo) surgiram novas questões tais como: “*qual será a fiabilidade deste sistema?*”, “*será seguro sob todos os pontos de vista?*”. [Carlos Cabrita, 2003]

Estes conceitos tiveram naturalmente de ser extensivos ao ciclo de vida previsto para o equipamento, tendo-se chegado ao conceito global de *RAMS*, acrónimo de origem anglo-saxónica dos termos correspondentes a Fiabilidade, Disponibilidade, Manutibilidade e Segurança Operacional (*R - Reliability, A - Availability, M - Maintainability, S - Safety*).

Para melhorar a disponibilidade e a segurança operacional dos equipamentos ou sistemas, todas as avarias ditas de consequências catastróficas devem ser eliminadas, assim como a vida útil dos componentes deve ser aumentada, porque cada vez que se dá uma paragem por avaria ou substituição de componentes, verifica-se uma paragem importante dos equipamentos e/ou uma perda de segurança operacional. Os factores decisivos para evitar que tal possa acontecer baseiam-se num projecto correcto dos equipamentos e das instalações, e numa manutenção efectiva e eficaz, após a sua entrada em funcionamento. [Luís Ferreira e Nuno Silva, 2002]

A fiabilidade é o conceito que permite aplicar a noção de qualidade a uma escala temporal. É a fiabilidade que nos permite indicar por quanto tempo se deverão manter as características de qualidade definidoras de determinado equipamento. A fiabilidade pode ser definida como sendo a capacidade de um determinado sistema ou equipamento desempenhar a sua função específica em condições definidas, por um determinado período de tempo. [Douglas C.M., 1997]

Como se referiu anteriormente, a fiabilidade de um equipamento ou componente é definida na sua fase de projecto e construção, fazendo-se frequentemente, durante o seu funcionamento, alterações e modificações para a sua melhoria, resultantes da experiência adquirida no funcionamento e estudo das avarias e suas causas. [Rui C. et al, 2002]

Por sua vez, a manutenibilidade de um sistema é a característica que deriva do seu projecto e instalação, e é definida como a facilidade, a eficiência, a segurança e o custo com que as acções de manutenção são executadas para restaurar a condição inicial de bom funcionamento de um sistema.

A amplitude das questões levantadas com esta definição torna impossível atingir uma noção quantitativa de manutenibilidade que seja universal. No entanto, a manutenibilidade é definida, de acordo com as Normas Portuguesas, como sendo a “aptidão de um bem em condições de uso especificadas para ser mantido ou restaurado de tal modo que possa realizar as funções que lhe são exigidas quando a manutenção é realizada em condições definidas utilizando procedimentos e recursos prescritos”. [Pinto J., 1994]

A noção de que a manutenibilidade deve ser considerada desde a fase inicial de projecto, reside no facto de que os custos da Manutenção bem como outros custos associados aumentarão ao longo do desenvolvimento do projecto, à medida que a sua flexibilização vai diminuindo.

Tradicionalmente, a manutenibilidade preocupa-se em manter o equipamento operacional, combatendo o efeito das causas de avaria dos componentes e sistemas na fase inicial do equipamento. O quadro 2.1 sintetiza as características típicas de um projecto, tendo em vista a manutenibilidade dos equipamentos envolvidos. [Pinto C. V., 1999]

A manutenibilidade é, assim, um dos parâmetros a ter em conta na disponibilidade pretendida de um sistema, sendo, essencialmente, uma característica de projecto que define a maior ou menor facilidade com que se executam as operações de manutenção, desde acessibilidades até condições de segurança e economia. [Assis R., 1997]

A manutenibilidade é então uma característica de construção dos equipamentos e componentes, que tem relação com o tempo necessário para a sua manutenção e que se caracteriza ainda pelo grau de facilidade de acesso a inspecções, substituição ou reparação de componentes e que pode ser avaliada pelo tempo necessário para manutenção, medido em duração, ou pelas “horas × pessoa” despendidas, ou ainda pelo custo das intervenções.

Do ponto de vista da avaliação, a manutenibilidade pode ser encarada de acordo com os seguintes pontos de vista: [Carlos Cabrita, 2003]

- ✓ A probabilidade de um equipamento ou componente ser reparado e repostado em serviço dentro de um determinado período de tempo.
- ✓ A probabilidade da duração de uma dada intervenção de manutenção não exceder um determinado período de tempo ou de “horas × pessoa”.
- ✓ A probabilidade do custo de uma dada operação de manutenção não exceder um valor estabelecido previamente.

<b>Projecto tendo em vista a Manutibilidade</b>	<b>Benefícios obtidos</b>
Fácil acesso aos componentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do tempo e dos custos de manutenção</li> <li>• Aumento da disponibilidade do equipamento</li> <li>• Redução da fadiga dos agentes, maior segurança na intervenção</li> </ul>
Sem ajustes ou ajustes mínimos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do tempo e dos custos de manutenção</li> <li>• Aumento da disponibilidade do equipamento</li> <li>• Menor formação do pessoal</li> </ul>
Componentes e módulos facilmente/rapidamente substituíveis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução da fadiga dos agentes, maior segurança na intervenção</li> <li>• Aumento da disponibilidade do equipamento</li> <li>• Identificação mais fácil dos problemas</li> </ul>
Evitar erros, módulos ou componentes só com uma possibilidade de montagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Probabilidade de avaria do componente diminui</li> <li>• Fiabilidade aumenta</li> <li>• Menor formação do pessoal</li> </ul>
Auto-diagnóstico ou indicadores para encontrar avarias rapidamente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do tempo e dos custos de manutenção</li> <li>• Aumento da disponibilidade do equipamento</li> <li>• Aumento da satisfação do cliente</li> </ul>
Inexistência ou n° mínimo de ferramentas especiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investimentos em manutenção reduzidos</li> <li>• Aumento da satisfação do cliente</li> <li>• N° de ferramentas de manutenção reduzidas</li> </ul>
Componentes de catálogo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stock de sobresselentes reduzido</li> <li>• Custo do equipamento reduzido</li> <li>• Redução do tempo e do custo de manutenção</li> </ul>
Reduzir o n° de componentes ao mínimo indispensável	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo do equipamento reduzido</li> <li>• Aumento da fiabilidade</li> <li>• Stock de sobresselentes reduzido</li> </ul>

Quadro 2. 1 - Características típicas de um projecto tendo em vista a manutibilidade.

### 2.1.10 - Falha e Avaria

Define-se “falha da função requerida” ou simplesmente “falha” (*fault, panne*), como sendo o “estado de um bem inapto para cumprir uma função requerida, excluindo a inaptidão devida à manutenção preventiva ou outras acções programadas, ou devida à falta de recursos externos”, ou seja, é não só a cessação de funcionamento mas também a degradação de um parâmetro de funcionamento até um nível que se considere insatisfatório. [NP EN 13306]

Navarro (1999) definiu como falha, a perda de aptidão para cumprir uma determinada função.



### **2.1.10.1 - Tipos de falhas**

De acordo com Nakasato (2001), a JIPM (Japanese Institute of Plant Maintenance) classifica a ineficiência em usinas metalomecânicas dentro de 16 grandes perdas:

- 8 Perdas relacionadas com equipamentos, como perdas por falhas em equipamentos, perdas por troca de serviços, perdas por troca de lâminas de corte e gabaritos, perdas por accionamento, perdas por pequenas paradas e operação em vazio, perdas por velocidade, perdas devido a defeitos e re-trabalhos e perdas por desligamentos (desaccionamentos);
- 6 Perdas relacionadas à mão de obra, sendo perdas por controlo, perdas por organização inadequada, perdas por movimento, perdas por deficiência logística e perdas por medições e ajustes;
- 2 Perdas relacionadas com material: perdas de rendimento de material, perdas por moldes, ferramentas e gabaritos, perdas relacionadas a energia e perdas por desperdício de energia. Conforme a aplicação da metodologia da MPT, a eliminação das perdas com o objectivo da maximização do rendimento global pode obter resultados de produtividade, qualidade, custo, entrega, segurança, motivação.

### **2.1.10.2 - Causas da falha**

Segundo Navarro (1999), a causa é a origem imediata do facto observado ou analisado. Devem ser emitidas opiniões, juízos etc. e deve-se responder à pergunta: “Porque ocorre?” Pensar que apenas uma causa é origem do problema, é geralmente um raciocínio simplista e pré-concebido.

Trata-se de se esforçar para encontrar todas as causas possíveis e comprovar que realmente incidem sobre o problema.

Devem-se contemplar tanto as causas internas como externas do equipamento analisado, o que se poderia classificar como causas físicas e causas latentes ou de organização, gestão etc. Enumerar as causas supõe, em consequência, confeccionar uma listagem exaustiva de todas as possíveis causas envolvidas na falha.

A listagem assim obtida não dá nenhuma informação sobre o grau de importância e relação entre as mesmas.

Por isso, o passo seguinte, antes de trabalhar na solução, é buscar relações entre causas que permitem agrupá-las e concatená-las. Isso permitirá dar conta de que, talvez, a solução de uma delas englobe a solução de algumas das outras.

A medição, com dados reais ou estimados da incidência de cada causa sobre o problema irá permitir, numa fase posterior, que se estabeleçam prioridades. Trata-se, portanto, de ter quantificado cem por cento da incidência acumulada pelas diversas causas.

É preciso estabelecer prioridades para encontrar a causa ou causas para as quais se busca soluções para que desapareça a maior parte do problema. Para isso, o que realmente se faz é designar probabilidades para identificar as causas de maior probabilidade (20% das causas geram 80% do problema).

### **2.1.10.3 - Análise de falha**

Quando há um histórico de falhas, com dados suficientes para determinar a confiabilidade, pode-se usar um dos dois caminhos: método para medir e prever falhas ou métodos para acomodar falhas. Se não existirem dados estatísticos, recomenda-se utilizar os métodos para prevenir falhas. [Carlos Cabrita, 2003]

Os métodos para medir e prever falhas são adequados para estimativas de falhas no tempo através de representações analíticas.

Esse enfoque, normalmente, concentra-se em estudar cada componente constituinte do sistema, processando as informações através de distribuições de probabilidade, determinando parâmetros como taxa de falhas, tempo médio entre falhas e parâmetro de forma.

Os métodos para acomodar falhas apresentam um enfoque intermediário entre os métodos para medir e prever falhas e os métodos para prevenir as falhas. [Farinha, 2011]

São assim caracterizados porque, em princípio, admite-se a ocorrência das falhas de alguns itens, mas procura-se diminuir o efeito dos mesmos sobre a função.

Para tanto, é possível utilizar sistemas redundantes na forma de: redundância activa, redundância passiva e sensores para detectar os efeitos denunciadores da existência de modos de falhas que podem afectar a função.

Esse processo é mais apropriado para projecto de sistemas ou subsistemas. Nesse caso é recomendável utilizar algumas ferramentas ou processos de análise como: modelos confiabilísticos, critérios de redundância, análise dos modos de falhas e efeitos (FMEA - Failure Mode Effects Analysis), análise dos modos de falhas, efeitos e criticidade (FMECA - Failure Mode Effects and Criticality Analysis), árvore de falha (FTA - Fault Tree Analysis). [Carlos Cabrita, 2003; Farinha, 2011]

## 2.2 - Relações com a Manutenção Industrial

### 2.2.1 - Relação entre Produção, Qualidade e Manutenção

A Função Manutenção é uma das áreas que contribui significativamente para a produtividade, por ser importante no custo do ciclo de vida dos equipamentos e por ter um impacto determinante em todas as operações produtivas, daí que a sua avaliação deva fazer-se num enquadramento global, equacionada em conjunto com as Funções Produção e Qualidade. Nesta perspectiva, a Função Manutenção tem uma influência determinante na Função Produção por via da disponibilidade dos equipamentos. Tendo em conta os diferentes elementos que caracterizam os sistemas de planeamento, controlo e gestão da produção, bem como a própria definição de sistema produtivo, conclui-se que as operações de manutenção são parte integrante do sistema produtivo.

A organização da manutenção melhora o rendimento do trabalho, aumenta a disponibilidade das máquinas e reduz os custos de manutenção. No entanto, a importância da Função Manutenção nem sempre é bem entendida na empresa, sendo-lhe frequentemente atribuído um papel de subalternidade em relação à Função Produção. É frequente exigir-se do serviço de manutenção uma resposta pronta em caso de avaria, mas não se lhe proporciona os meios e o reconhecimento devidos, nem se lhe permite que ponha em prática uma política de manutenção programada. Em empresas onde a gestão é mais esclarecida, compreende-se a importância da Função Manutenção e atribui-se-lhe um estatuto de igualdade com a Função Produção. A Função Manutenção fica então com a incumbência de gerir a posse dos equipamentos, o que implica a participação na sua selecção, a intervenção na sua recepção e instalação, a gestão do seu programa de Manutenção, e a optimização do seu rendimento.

Numa empresa industrial, os equipamentos produtivos são normalmente afectos à Função Produção. Assim sendo, quando a Função Manutenção vai intervir nos equipamentos, estabelece-se uma prestação de serviços dessa função à produção. Desenvolve-se, dessa forma, um relacionamento entre as duas funções do tipo fornecedor de serviços/cliente, cujas consequências deverão ser tomadas em conta nos objectivos e nas responsabilidades de cada uma das funções. Esta forma de relacionamento caracteriza-se por uma *relação contratual* entre as duas funções e exige o esclarecimento de ferramentas/instrumentos de gestão que regulem o *interface* entre as duas funções. Nas últimas décadas, devido às exigências dos mercados, que deixaram de ser locais para serem mundiais, observou-se o aparecimento de novas filosofias, também denominadas modelos de manutenção, das quais são exemplo a *TPM* e a *RCM*, que têm como principal objectivo o aumento da qualidade e da produtividade, recorrendo, entre outros aspectos, ao aumento das sinergias entre a Função Produção e a Função Manutenção. [Xenos, 1998]

## 2.3 - Modelos da Manutenção Industrial

De entre os Modelos de Manutenção referidos anteriormente, serão analisados os modelos *TPM* (*Total Productive Maintenance*, Manutenção Produtiva Total ou Manutenção de Produtividade Total) e *RCM* (*Reliability Centred Maintenance*, Manutenção Centrada na Fiabilidade).

Esta escolha justifica-se plenamente, na medida em que ambos os modelos têm sido aplicados com êxito na indústria, a nível mundial, no decorrer das últimas duas décadas, e por serem modelos cuja filosofia se baseia na optimização da relação custo/eficácia da Função Manutenção que, por sua vez, conduz a elevados níveis de segurança de pessoas e bens, à continuidade do processo produtivo e à protecção do meio ambiente. [Nascif J.,1999]

A adopção da filosofia *TPM* significa uma melhoria do seu desempenho, ao nível da redução de custos e do aumento da produtividade. Por outro lado, a adopção da filosofia *RCM* permite minimizar as dificuldades da manutenção dos sistemas, cada vez mais complexos, e cuja manutenção preventiva, do ponto de vista tradicional, impõe custos e níveis de indisponibilidade elevados, devido a paragens para intervenções de manutenção, insustentáveis para as empresas que se querem competitivas. [Nascif J.,1999]

### 2.3.1 - TPM - Manutenção Produtiva Total

A Manutenção Produtiva Total conhecida pela sigla *TPM* (*Total Productive Maintenance*), tem por objectivo aumentar a produtividade industrial através da melhoria da estrutura empresarial e da participação de todos os empregados da empresa na resolução dos problemas de manutenção. É sublinhada a necessidade de uma administração correcta dos recursos humanos e da melhoria das suas competências, entre outros aspectos. [Tavares, 1999]

A manutenção produtiva total teve origem no Japão em 1951 associada à introdução da manutenção preventiva numa das fábricas do grupo Toyota (Nippon Denso). Com a automatização da fábrica foi tomada a opção de encarregar os operadores de produção de algumas tarefas de manutenção.

O pessoal de manutenção pode dedicar-se à melhoria da fiabilidade e à introdução de melhorias nos equipamentos (manutenção de melhoria) com o objectivo de melhorar a sua eficácia. A articulação destes dois conceitos e a ênfase na participação dos trabalhadores está na origem da Manutenção Produtiva Total. [Pinto and Xavier, 2001]

Segundo Takahashi e Osada (1993): “TPM é um conjunto de actividades de gerenciamento voltadas para o equipamento, visando atingir a sua utilização máxima. Para tanto, promovem a integração de todos os funcionários”.

Dentro deste contexto, isto deve ocorrer desde a concepção da instalação/equipamento até o fim da vida útil, com a finalidade de alcançar quebra zero e assim participar da meta global da empresa que é produtividade. A manutenção industrial até recentemente era considerada apenas como um factor de custos e gastos. Hoje, contudo, paradas de máquina durante a produção podem significar perdas na competitividade no mercado. Para Imai (1990) “O TPM é um método de gestão que identifica e elimina perdas existentes no processo produtivo, maximiza a utilização do activo industrial e garante a geração dos produtos de alta qualidade a custos competitivos”.

Para além dos benefícios directos (melhoria do OEE “Overall Equipment Effectiveness”, redução das reclamações dos clientes, redução do custo de produção, cumprimento de prazos e especificações, redução do número de sinistros, aumento da qualificação dos trabalhadores “polivalência”), também são alcançados significativos benefícios indirectos, designadamente, aumento do nível de confiança dos trabalhadores, melhoria do ambiente de trabalho, desenvolvimento do trabalho colaborativo e em equipa e maior responsabilização pelo estado dos equipamentos. [Mendonça Dias, 2002]

Naguib (1993), citando Nakajima, refere que o TPM é uma estratégia de gestão dos equipamentos de toda a empresa, que procura acompanhar os seguintes cinco elementos:

1. Maximizar a eficiência dos equipamentos, que abrange a sua disponibilidade, desempenho, eficiência e a taxa de qualidade dos produtos produzidos pelo equipamento.
2. Criar um sistema de manutenção que envolva todos os níveis de serviços de manutenção (rotina, preventivo, preditivo e produtivo) em toda a vida útil do equipamento.
3. Envolver todas as funções, incluindo o *design*, produção, operações, manutenção, finanças e pessoal.
4. Assegurar a participação de todos os colaboradores desde a gestão de topo aos trabalhadores da produção.
5. Realizar melhoramentos contínuos através de actividades com equipas autónomas e independentes.

O TPM busca eliminar as (seis) grandes perdas que diminuem a eficiência do sistema produtivo:

- Perdas por quebra/falha;
- Perdas por mudança de linha (ajuste nas preparações);
- Perdas por operação em vazio / pequenas paragens;
- Perdas devido à capacidade reduzida;
- Perda decorrente de falha no processo, qualidade;
- Perdas no início das operações.

Conforme Tavares (1999), a implantação do TPM deve ocorrer em 12 etapas, a saber:

- |                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| 1ª- Comprometimento da alta gerência; | 7ª- Treinamento de operadores;                      |
| 2ª- Campanha de difusão do método;    | 8ª- Preparação dos procedimentos;                   |
| 3ª- Definição dos coordenadores;      | 9ª- Estruturação do sector de manutenção;           |
| 4ª- Definição da política básica;     | 10ª- Desenvolvimento e capacitação do pessoal;      |
| 5ª- Elaboração do plano piloto;       | 11ª- Medição dos resultados (“ <i>follow-up</i> ”); |
| 6ª- Início da implantação;            | 12ª- Implantação completa - auditoria.              |

Na visão de Xenos (1998), ao contrário do que muitos acreditam, o TPM é um sistema de gerenciamento da produção em que o principal papel da manutenção é treinar os operadores nas acções preventivas.

### **2.3.1.1 - Pilares do TPM**

Segundo Hall (1997), o processo desenvolvido pelo JIPM (Japanese Institute of Plant Maintenance) usa um formato de pilares que descreve um local de trabalho seguro, organizado e altamente produtivo.

Os oito pilares do processo TPM formam alicerces, dentro dos quais, todos os programas de melhoria da fábrica podem ser realizados. [Kathleen E. et al, 1999]

Cabral (1998) descreve que para a implementação do TPM são necessários os seguintes oito pilares básicos (ver Figura 2.6):

1. Estruturação da manutenção autónoma;
2. Estruturação da manutenção planeada;
3. Melhorias específicas e individualizadas nas máquinas;
4. Formação, Educação e Treinamento do operador e do técnico da manutenção;
5. Manutenção da qualidade;
6. Controlo inicial do equipamento e produtos;
7. TPM Administrativo;
8. Higiene, segurança e controlo ambiental.

Mais especificamente, estes pilares possuem como funções básicas dotar a organização de sistemas que promovam o aumento da eficiência do processo produtivo, que auxiliem na gestão inicial para novos produtos e equipamentos, na gestão da qualidade, na segurança, na saúde, no meio ambiente e também num sistema que garanta o aumento da eficiência nos sectores administrativos.

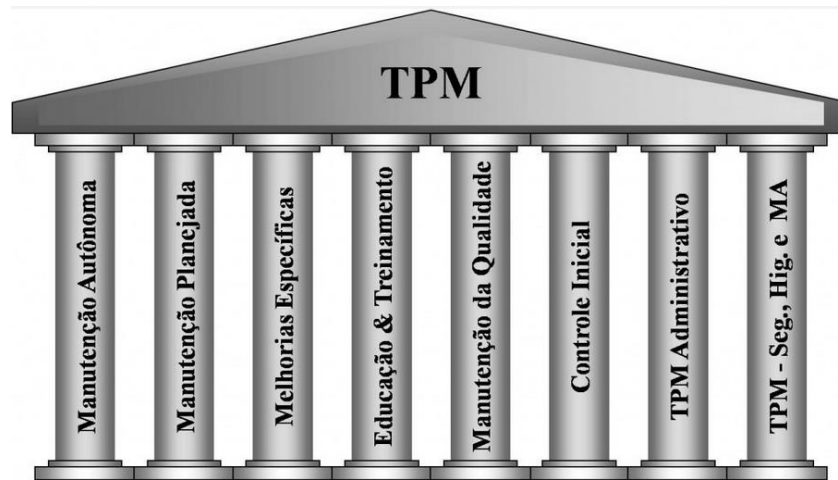


Figura 2. 6 - Os oito Pilares do TPM.

Os oito pilares básicos podem ser sistematizados do seguinte modo: [Cabral J.S,1998; Nakajima, S., 1989; Takahashi Y. and Osada T., 1993]

#### 1. Pilar Manutenção Autônoma

Execução dos oito passos da manutenção autônoma: limpar, localizar as fontes de sujidade, tornar o equipamento mais fácil de limpar, padronizar as actividades de manutenção, aprender as práticas de inspecções gerais, conduzir a inspecção autônoma, organizar áreas de trabalho e iniciar a verdadeira auto-gestão.

Este é o pilar principal no qual se baseia este trabalho, e abarca acções de manutenção executadas pelos operadores de produção, envolvendo, basicamente, as actividades de inspecções, limpeza, afinações, verificação visual, entre outras de simples execução.

Etapas da Implantação do TPM:

- ✓ Etapa 0: Preparação: Aplica-se conceito dos 5S ou com a sua extensão 8S;
- ✓ Etapa 1: Limpeza e inspecção: Entender as máquinas;
- ✓ Etapa 2: Medidas contra fontes de sujeira e locais difíceis: Investigar a Fundo;
- ✓ Etapa 3: Elaborar padrão de limpeza/ inspecção/ lubrificação: Controle Inicial;
- ✓ Etapa 4: Inspeção geral: Manutenção da Qualidade;
- ✓ Etapa 5: Inspeção autônoma: Educação e Treinamento;
- ✓ Etapa 6: Padronização: Melhorias específicas;
- ✓ Etapa 7: Efectivação do controle autônomo.

#### 2. Pilar Manutenção Planeada

- ✓ Manutenção diária;
- ✓ Manutenção baseada na condição;

- ✓ Melhoria para o aumento da expectativa da vida em serviço;
- ✓ Controlo das peças de reposição;
- ✓ Análise de falhas e prevenção da reincidência;
- ✓ Controlo da lubrificação.

Este pilar significa realizar o planeamento das acções preventivas de manutenção, com o objectivo de manter a disponibilidade das instalações, aumentando a fiabilidade, a manutenibilidade, prevenindo assim desta maneira as indesejadas paragens dos equipamentos e, conseqüentemente, das actividades de produção.

### 3. Pilar Melhorias Especificas

- ✓ Reconhecimento das seis perdas de produção;
- ✓ Cálculo do *OEE* (*Overall Equipment Effectiveness*, Eficiência Global dos Equipamentos), e determinação de objectivos;
- ✓ Análise dos fenómenos e revisão dos factores associados;
- ✓ Execução da análise *TPM*;
- ✓ Busca do perfil ideal do equipamento e da produção.

Este pilar está voltado para a constante actuação nos problemas e potenciais melhorias dos equipamentos.

### 4. Pilar Educação e Treinamento

- ✓ Passos para a manutenção básica;
- ✓ Utilização de ferramentas;
- ✓ Manutenção de transmissões;
- ✓ Prevenção de fugas;
- ✓ Manutenção do equipamento pneumático e óleo-hidráulico;
- ✓ Manutenção de sistemas eléctricos.

Este pilar é utilizado para ampliar o conhecimento técnico dos profissionais de manutenção e de produção, envolvidos com os equipamentos de produção. Como Educação, proporciona a modelagem destes profissionais, fornecendo-lhes uma outra maneira de ver e entender os processos, através de uma mudança de comportamento.

### 5. Pilar Manutenção da Qualidade

- ✓ Confirmar o padrão para as características da qualidade, reconhecer as causas dos defeitos e avaliar os seus valores reais;
- ✓ Assegurar a qualidade do produto;
- ✓ Analisar o processo e a sua influência na qualidade;



- ✓ Investigar e analisar as não conformidades;
- ✓ Determinar a influência do material, da mão-de-obra e das máquinas na qualidade.

Este pilar actua nas falhas e nos processos que afectam a qualidade do equipamento e do produto.

#### 6. Pilar Controlo Inicial

- ✓ Determinação dos objectivos de projecto e de desenvolvimento:
  - Fácil de produzir;
  - Fácil de garantir qualidade;
  - Fácil de manter (manutenibilidade).
- ✓ Estudo do *LCC* (Custo do Ciclo de Vida);
- ✓ Caderno de encargos para a aquisição de novos equipamentos;
- ✓ Controlo inicial de equipamentos e produtos.

Este pilar propõe um sistema de organização inicial da participação em novos projectos de equipamentos e instalações, com o objectivo de eliminar prováveis falhas que poderão comprometer o rendimento.

É fundamental que nesta fase sejam expostas pelos profissionais da manutenção e da produção, todas as lições aprendidas e adquiridas pela vivência diária com os equipamentos e seus problemas técnicos e soluções encontradas.

#### 7. Pilar TPM Administrativo

- ✓ Actividades e manutenção autónoma;
- ✓ Melhoria individual e contínua.

Este pilar está voltado para a melhoria dos processos administrativos, tendo como objectivos o melhoramento do fluxo de documentos, a qualidade de informações, a redução do desperdício de tempo e a agilidade dos processos burocráticos.

#### 8. Pilar Higiene, Segurança e Controlo Ambiental

- ✓ Medidas de segurança para protecção dos operadores em relação aos acidentes de trabalho, tornando a operação segura.
- ✓ Promoção de um ambiente saudável de trabalho (ruído, vibração, pó).
- ✓ Cuidar da saúde e higiene dos colaboradores.

Este pilar exerce um papel fundamental em relação aos envolvidos no ambiente da produção. Exige uma gestão preventiva, que envolva continuamente acções de formação e a consciencialização dos colaboradores. Na elaboração de projectos de equipamentos e instalações, devem ser consideradas, através da elaboração de instruções, os procedimentos e os dispositivos que preservem a integridade dos operadores e do meio ambiente.

### **2.3.1.2 - Perdas atacadas pelo TPM**

TPM visa a maximização da performance operacional dos equipamentos e do processo como um todo. Para alcançar-se este objectivo, deve-se eliminar ou reduzir as perdas que acarretam um desempenho negativo aos equipamentos. Estas perdas são classificadas em 16 tipos agrupadas didacticamente da seguinte forma: [Wireman T., 2004; McKone K. E. et al, 1999; Takahashi Y. and Osada T., 1993]

- As Perdas que influenciam a Eficiência dos Equipamentos:
  - ✓ Manutenção Programada
  - ✓ Defeito/Falha do Equipamento
  - ✓ Ajustes do Equipamento
  - ✓ Troca de Ferramental/Gabaritos
  - ✓ Pequenas Paradas e Ociosidade
  - ✓ Redução do Desempenho
  - ✓ Correção de Defeitos
  - ✓ Defeito no início de Funcionamento
  
- As Perdas que influenciam a Eficiência das Pessoas
  - ✓ Falhas Administrativas (espera por instruções e por materiais)
  - ✓ Falhas Operacionais
  - ✓ Desorganização da Linha de Produção
  - ✓ Falhas da Logística
  - ✓ Medições e Ajustes Excessivos
  
- As Perdas que influenciam a Eficiência da Utilização de Materiais e Energia
  - ✓ Desperdício de Energia
  - ✓ Perdas de materiais (defeito, accionamento inicial, cortes, peso, excessos)
  - ✓ Matrizes, Ferramentas e gabaritos
  
- Para a produção seriada há "seis grandes perdas":

- ✓ Perda por Parada:
  - Perda por parada acidental
  - Perda durante a mudança de linha
  
- ✓ Perda por Baixo Rendimento:
  - Pequenas Paradas/ Operação em vazio
  - Queda de velocidade de produção
  
- ✓ Perdas por Defeitos:
  - Defeito no processo
  - Defeito no início do processo
  
- Para a produção contínua há “oito grandes perdas”
  
  - ✓ Perda por parada Programada:
    - Perda por Parada de manutenção
    - Perda por ajuste de produção
  
  - ✓ Perdas por Paradas Acidentais
    - Falha do Equipamento
    - Falha do Processo
  
  - ✓ Perdas por Baixo Rendimento
    - Perda Normal de produção
    - Perda Anormal de produção
  
  - ✓ Perdas por defeitos
    - Produtos defeituosos
    - Reprocessamento

### **2.3.1.3 - Medidas para atingir a Quebra Zero**

A ideia de “quebra zero” baseia-se no conceito de que a quebra é a falha invisível. A falha visível é causada por uma série de avarias invisíveis, assim como um iceberg tem apenas a sua ponta visível (Fig.2.7). [McKone K. E. et al, 1999]



Figura 2. 7 - Iceberg das grandes perdas.

Aplicar as cinco medidas para obtenção da quebra zero:

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

Logo, se os operadores e responsáveis de manutenção estiveram conscientes de que devem evitar as falhas invisíveis, a rotura ou quebra deixará acontecer. [McKone K. E. et al, 1999]

As falhas invisíveis normalmente deixam de ser detectadas por motivos físicos ou psicológicos.

Motivos físicos: As falhas não são visíveis por estarem em locais de difícil acesso, visibilidade ou encobertas por detritos.

Motivos psicológicos: As falhas deixam de ser detectadas devido à falta de interesse ou de falta de capacidade dos operadores ou responsáveis de manutenção.

Existem formas de combater este tipo de falhas através de diagramas que permitem visualizar uma sequência lógica das operações a efectuar, estes tipos de ferramentas são:

- Exemplo do Diagrama espinha de peixe:

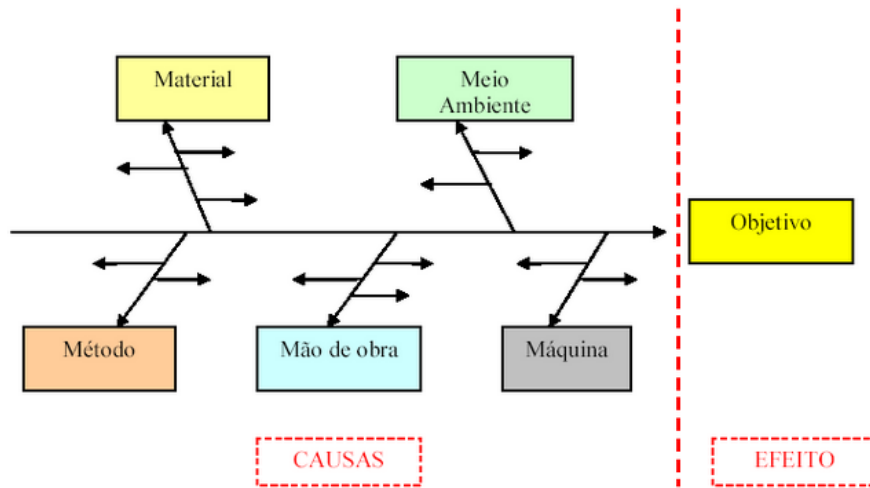


Figura 2. 8 - Diagrama espinha de peixe [Takahashi Y. and Osada T., 1993]

➤ Exemplo do Diagrama de Gantt:

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO / DIAS
A	Preparar desenhos e listas de matérias	-	1
B	Obter matérias para o eixo	A	2
C	Tornear o eixo	B	2
D	Fresar o eixo	C	2
E	Obter materiais para a polia	A	3
F	Tornear a polia	E	4
G	Manter o conjunto	D e F	1
H	Balancear o conjunto	G	0.5

Tarefas	tempo												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
A													
B													
C													
D													
E													
F													
G													
H													

Figura 2. 9 - Diagrama Gantt [Takahashi Y. and Osada T., 1993]

### 2.3.1.4 - Conceito Básico dos 5S s'

As origens da metodologia 5S's remontam a 1950, logo após a segunda guerra mundial, quando foi desenvolvida por Kaoru Ishikawa. Os 5S's surgiram na década de 50 nas indústrias japonesas e fizeram parte do esforço de reconstrução do país, contribuindo para a qualidade

dos produtos. O movimento dos 5S's é basicamente a determinação da necessidade de organizar o local de trabalho, arrumar, limpar, manter rotinas padronizadas e ter disciplina. Os factores enunciados são, sem dúvida, essenciais para a realização de um bom trabalho. [Lapa, R.,1993]

- Os principais objectivos da metodologia 5S's são:
  - ✓ Ao nível do ambiente de trabalho:
    - Transformar o ambiente da empresa (Empresas brancas);
    - Melhorar a qualidade de trabalho dos colaboradores;
    - Garantir uma segurança mais eficiente;
    - Modificar a atitude dos colaboradores.
  - ✓ Ao nível da produção:
    - Aumentar a produtividade;
    - Diminuir problemas com a qualidade;
    - Reduzir custos;
    - Reduzir stocks;
    - Aumentar a reactividade.

A metodologia 5S é uma das ferramentas de mais simples aplicação, contudo a mais difícil de se fazer respeitar. O sucesso desta ferramenta depende apenas do empenho e rigor dos colaboradores. Caso esse rigor seja compreendido e aplicado diariamente, as vantagens surgirão naturalmente para a organização. [MRN, 1994; Ribeiro H., 1994]

A relevância desta metodologia pode ser vislumbrada num exemplo simples. Se imaginarmos uma situação em que é necessário proceder à busca de uma determinada ferramenta perdida num local de trabalho, verifica-se uma perda de tempo. [Takahashi, 1993]

O que não se constata de imediato é que não se perde apenas tempo, estamos também perante um factor de risco para a própria empresa. Normalmente quando ocorrem situações de perda de ferramentas, o instinto de qualquer colaborador é o de procurar a mesma no local de trabalho, revirando-o. [Lapa, R.,1993]

Este facto pode potenciar o risco de acidente e provocar desorganização. O desenrolar deste cenário pode ainda conduzir o colaborador à frustração e desinteresse pela realização das suas tarefas momentaneamente, fomentando o diálogo com outros colaboradores, ou qualquer outra actividade que não a predefinida. Nesse momento introduz-se variabilidade de trabalho, não só para um colaborador mas para dois ou mais colaboradores. [Ribeiro H., 1994] Assim, esta situação não cria qualquer valor acrescentado para a organização, aumentando seriamente o risco de acidente, diminuindo a produtividade, etc. Tudo isto se conclui com uma situação que envolve uma ferramenta, não será difícil imaginar as consequências da

perda de um componente da linha de produção, imprescindível para a realização de uma operação.

Os 5S, são as iniciais de cinco palavras Japonesas, sendo essas palavras as seguintes:

- ✓ Seiri - Eliminar;
- ✓ Seiton - Organizar;
- ✓ Seiso - Limpar;
- ✓ Seiketsu- Padronizar;
- ✓ Shitsuke - Respeitar e Melhorar.

5S		Questões para cada colaborador da empresa			
Seiri 整理	Senso de organização, utilização, liberação da área. (jogue fora <sup>3</sup> o que não tem mais serventia!) <i>Lema: É útil hoje? Conserve! Não é útil? Descarte!</i>				
	O que deve ser jogado fora?	Sua lista			
	O que deve ser guardado em um depósito?	Sua lista			
	O que pode ser útil para outra pessoa?	Sua lista			
	O que deve ser consertado?	Sua lista			
	O que deve ser vendido?	Sua lista			
Seiton 整頓	Senso de ordem, arrumação e organização (mantenha as coisas em seu lugar e os espaços organizados). <i>Lema: Organizar traz mais espaço, mais conforto e mais tranquilidade!</i>				
	Há um lugar para cada coisa?	<input type="checkbox"/> Sim! (Meta)	<input type="checkbox"/> Maioria das vezes...	<input type="checkbox"/> Algumas vezes...	<input type="checkbox"/> Não...
	Cada coisa está sem seu lugar?	<input type="checkbox"/> Sim! (Meta)	<input type="checkbox"/> Maioria das vezes...	<input type="checkbox"/> Algumas vezes...	<input type="checkbox"/> Não...
	Cada coisa, após o uso, está em seu devido lugar?	<input type="checkbox"/> Sim! (Meta)	<input type="checkbox"/> Maioria das vezes...	<input type="checkbox"/> Algumas vezes...	<input type="checkbox"/> Não...
Seisô 清掃	Senso de limpeza (mantenha limpo o ambiente onde trabalha e as coisas que estão nele) <i>Lema: Limpe a sujeira e encontre um destino certo para o lixo!</i>				
	Cada um da equipe está sendo responsável pelo seu espaço?	<input type="checkbox"/> Sim, todos! (Meta)	<input type="checkbox"/> Maioria das pessoas...	<input type="checkbox"/> Algumas pessoas...	<input type="checkbox"/> Ninguém...
	Todos limpam o que usam antes de guardá-los?	<input type="checkbox"/> Sim, todos! (Meta)	<input type="checkbox"/> Maioria das pessoas...	<input type="checkbox"/> Algumas pessoas...	<input type="checkbox"/> Ninguém...
	As coisas da empresa estão limpas?	<input type="checkbox"/> Sim, todas as coisas! (Meta)	<input type="checkbox"/> Maioria das coisas...	<input type="checkbox"/> Algumas coisas...	<input type="checkbox"/> Não...
Seiketsu 清潔	Senso de padronização, saúde e higiene <i>Lema: Quem não cuida bem de si mesmo, não merece credibilidade!</i>				
	A empresa tem padrões para a aplicação dos 3S acima?	<input type="checkbox"/> Tenho certeza de que sim (Meta)	<input type="checkbox"/> Acho que sim...	<input type="checkbox"/> Não tenho certeza...	<input type="checkbox"/> Não...
	Em um ambiente limpo, a segurança está sendo maior?	<input type="checkbox"/> Tenho certeza de que sim (Meta)	<input type="checkbox"/> Acho que sim...	<input type="checkbox"/> Não tenho certeza...	<input type="checkbox"/> Não...
	Em um ambiente limpo, gasta-se menos com produtos de limpeza?	<input type="checkbox"/> Tenho certeza de que sim (Meta)	<input type="checkbox"/> Acho que sim...	<input type="checkbox"/> Não tenho certeza...	<input type="checkbox"/> Não...
Shitsuke 躰	Senso de disciplina e autodisciplina (mantenha a ordem conquistada a duras penas) <i>Lema: Faça o que tem que ser feito mesmo que ninguém veja!</i>				
	Há disciplina para manter a ordem, a rotina e o constante aperfeiçoamento?	<input type="checkbox"/> Tenho certeza de que sim (Meta)	<input type="checkbox"/> Acho que sim...	<input type="checkbox"/> Não tenho certeza...	<input type="checkbox"/> Não...
	Os 5S estão na rotina das pessoas?	<input type="checkbox"/> Tenho certeza de que sim (Meta)	<input type="checkbox"/> Acho que sim...	<input type="checkbox"/> Não tenho certeza...	<input type="checkbox"/> Não...
	As pessoas seguem fielmente as diretrizes dos 5S?	<input type="checkbox"/> Tenho certeza de que sim (Meta)	<input type="checkbox"/> Acho que sim...	<input type="checkbox"/> Não tenho certeza...	<input type="checkbox"/> Não...

Quadro 2. 2 - Quadro de questões para os colaboradores da empresa. [Almeida M., 2006]

- Forma de aplicação da metodologia 5S: [Takahashi, 1993; Nakajima, 1989]

### 1. Eliminar: “Ter somente o que é útil e na quantidade correcta ”

O objectivo da primeira etapa, eliminar, é o de separar o útil do que não é necessário. Caso não seja necessário deveremos de imediato eliminar esse objecto.

- ✓ Realizar uma triagem dos objectos necessários e dos objectos inúteis.
- ✓ Eliminar os objectos inúteis.
- ✓ Para a eventualidade de não existir a certeza de o objecto ser ou não útil, este deve ser identificado e colocado num sítio visível, para não cair no esquecimento.
- ✓ É importante encontrar uma nova forma de armazenar as ferramentas, as peças, o equipamento e os conteúdos que são necessários mas não utilizados habitualmente.

## 2. Organizar: “Um lugar para cada coisa e cada coisa no seu lugar”

A finalidade é organizar os objectos, para reduzir os movimentos, os esforços e consequentemente a perda de tempo. Arrumando os objectos úteis de acordo com a frequência de utilização, seguindo os seguintes critérios:

- ✓ Segurança: não deixe cair, rolar ou danificar os objectos;
- ✓ Qualidade: eliminar todas as ferrugens, óleos e verificar se não existe mistura de objectos de referências diferentes;
- ✓ Produtividade: eliminar os tempos mortos;
- ✓ Determinar o número de peças por artigos armazenados em cada lugar.

## 3. Limpar: “ Procurar não sujar para não ter que limpar”

A essência desta etapa é eliminar todo o tipo de sujidade existente no posto de trabalho e criar mecanismos de detecção da sujidade. Tal pode ser alcançando pintando o solo e as máquinas de branco, colocando painéis transparentes, etc.).

- ✓ Recolher e eliminar os objectos que se encontram no solo;
- ✓ Lavar o solo, máquinas, moldes com produtos adequados;
- ✓ A limpeza deve ser incluída nas tarefas de manutenção quotidiana de todos os operários;
- ✓ A limpeza deve ser uma forma de inspecção, uma vez que a limpeza destaca as condições anormais e permite efectuar a prevenção;
- ✓ Evitar a acumulação de sujidade, de poeira, de óleo, de resíduos e outras substâncias estranhas para que o posto de trabalho esteja limpo e isento de perigo.

## 4. Padronizar: “Diferenciar um funcionamento normal do irregular”

Definição de padrões que possam permitir que a zona de trabalho permaneça, ao longo do tempo, livre de objectos desnecessários, organizada e limpa.

Especificação de como eliminar as causas de sujidade e de possível desordem.

- ✓ Elaborar gamas de limpeza documentadas e afixá-las nos postos de trabalho;



- ✓ Partilhar a informação para facilitar a procura. As informações devem estar visíveis e facilmente disponíveis;
- ✓ Formar os colaboradores para a aplicação das mesmas;
- ✓ Definir regras de trabalho claras e objectivas.

#### 5. Respeitar e Melhorar: “Institucionalizar e manter bons hábitos”

A organização deve encorajar e incentivar os colaboradores a manter os bons hábitos de higiene e limpeza adquiridos, apoiando-os e ajudando-os a assegurar o padrão e a melhorá-lo.

- ✓ Disponibilizar um determinado período de tempo para que os colaboradores possam trabalhar na organização dos seus postos de trabalho;
- ✓ Se os padrões não forem satisfeitos, questionar e analisar as causas das não conformidades. Implementar de imediato um plano de acção correctivo e preventivo;
- ✓ Verificar regularmente se os colaboradores respeitam as regras definidas através de auditorias 5S.

A partir da necessidade de aperfeiçoar o Programa 5S, este ganhou mais três S's (Shikari Yaro, Shido e Setsuyaku) e a ordem se sua implantação foi alterada. O Programa ficou, então, assim estruturado:

- ✓ 1º - Shikari Yaro - Senso de determinação e união - São precisos determinação, comprometimento e união de todos para que o Programa funcione continuamente. Nesse momento, a transparência na gestão da empresa ganha destaque.
- ✓ 2º - Shido - Senso de educação e treinamento - Todos precisam ser qualificados e receber treinamentos, sempre que necessário, para atingirem a competência adequada para realizar suas actividades.
- ✓ 3º - Seiri - Senso de Utilização - É preciso definir e separar o que é útil daquilo que é desnecessário.
- ✓ 4º - Seiton - Senso de Organização - Organizar e identificar os itens e espaços da empresa ou instituição.
- ✓ 5º - Seiso - Senso de Limpeza - É preciso limpar e preservar o ambiente.
- ✓ 6º - Seiketsu - Senso de Higiene ou saúde - É preciso manter a higiene, cuidar da saúde física, mental e emocional.
- ✓ 7º - Shitsuke - Senso de autodisciplina - A autodisciplina é fundamental para manter o Programa. Cuidar dos outros sentidos e criar regras claras para que tudo continue da forma adequada.
- ✓ 8º - Setsuyaku - Senso de economia e combate ao desperdício - É o momento de conscientizar as pessoas da importância de economizar e combater o desperdício.

Com a implantação do Programa 8S's, são esperados, entre outros, os seguintes benefícios:

- Bem estar das pessoas.
- Prevenção de acidentes.
- Redução de estoques sobressalentes.
- Redução de custos.
- Melhoria da qualidade de produtos e serviços.
- Aumento da produtividade da empresa.

➤ Pré-requisitos para a implementação da metodologia: [Albuquerque D., 2010]

1. A necessidade da aplicação da metodologia 5S deve surgir como resultado de uma conclusão do comité de direcção.
2. Elaborar documentos de fácil compreensão onde a gestão visual esteja sempre presente.
3. Criar um procedimento de auditoria fácil de utilizar e de conduzir o seguimento.
4. Facultar formações na metodologia 5S em toda a sua abrangência.
5. Ter sempre presente a situação inicial através de fotos e, sempre que possível, fazer um seguimento da evolução.
6. Mostrar a todos os colaboradores quem são os membros, as acções e as evoluções do grupo através de um quadro.
7. O comité de direcção deverá acompanhar regularmente o progresso da metodologia 5S na unidade industrial.
8. Incluir a metodologia 5S no programa de integração.
9. Colocar os 5S como objectivo durante a entrevista anual de avaliação.
10. Formalizar as lições apreendidas e disponibilizá-las a todos os colaboradores.

### **2.3.1.5 - Implementação do modelo TPM**

No processo de implementação da manutenção produtiva total salientamos de acordo com Nakajima (1989) Suzuki (1994) quatro fases principais: período de preparação para a introdução, início da introdução, implementação e consolidação. Estas quatro fases são implementadas em doze etapas, conforme se mostra no quadro 2.3:

Fases	Etapas	Observações
Preparação	1-Decisão da administração	Empenhamento da administração no desenvolvimento do projecto
	2-Formação inicial	Cursos e sessões informativas para todo o pessoal
	3-Estrutura organizativa	Formação de grupos de trabalho
	4-Estabelecimento de metas	Definição de objectivos e indicadores
	5-Plano geral de implementação	Planeamento de todas as fases e etapas do projecto
Início da Introdução	6-Começo das actividades programadas	Sessão de abertura com a presença de clientes, fornecedores e empresas colaboradoras
Implementação	7-Melhorias individualizadas nos equipamentos para melhoria do seu rendimento	Seleção de equipamentos piloto para mostrar os benefícios do TPM
	8-Manutenção autónoma	
	9-Manutenção planeada	Manutenção preventiva e preditiva.
	10-Formação profissional	Desenvolvimento de competências por parte do pessoal da produção e da manutenção
	11-Controlo inicial do equipamento e produtos	
Consolidação	12-Aplicação global do TPM	

Quadro 2. 3 - Implementação do TPM. [Nakajima, 1989]

A adopção de um programa de TPM pode constituir uma oportunidade única de sobrevivência, para muitas empresas, inseridas num ambiente económico de grande competitividade. De facto o TPM é um programa que já demonstrou a sua eficácia e pode ser implementado em diversos tipos de empresas (construção civil, instalações industriais, transportes, etc.), com benefícios económicos significativos relativamente aos recursos investidos. [Venkatesh, 2007]

Entretanto, deve sublinhar-se um conjunto de obstáculos que as empresas enfrentam quando pretendem iniciar um processo de implementação do TPM. A adopção do TPM envolve mudanças culturais e necessita de tempo e de empenho por parte dos diversos intervenientes. Boa parte dos obstáculos estão associados à resistência à mudança de muitas pessoas e à insuficiente compreensão deste modelo, nomeadamente por parte dos gestores intermédios.

Acresce que alguns trabalhadores o consideram como mais um programa, duvidando da sua eficácia e encarando-o como uma ameaça. [Venkatesh, 2007]

### 2.3.2 - RCM - Manutenção Centrada na Confiabilidade

A filosofia Reability-Centred Maintenance (RCM) tem sua origem na indústria de aviação civil norte americana no início da década de 1960. Esta filosofia teve origem devido à constatação de que muitas das filosofias usadas na manutenção além de muito onerosas eram também perigosas. Através da junção de vários Grupos de Direcção da Manutenção (Maintenance Steering Groups - MSG), formado por representantes dos fabricantes de

aeronaves, das empresas aéreas e do governo norte-americano (FAA - Federal Aviation Administration), foi realizado um estudo de o que estava sendo feito para manter as aeronaves no ar.

A manutenção baseada na fiabilidade consiste, de acordo com Rui Assis (2010) num “método sistemático para determinar quais devem ser os requisitos de manutenção de forma a assegurar que qualquer equipamento continue a desempenhar as funções requeridas no seu contexto operacional”. No essencial, é um modelo alternativo de manutenção, que visa o entendimento das causas das falhas para poder minimizar os efeitos da sua ocorrência. Entendendo por falha uma interrupção ou alteração na capacidade de funcionamento e/ou desempenho, de um item, componente, equipamento ou sistema reparável. [Simonetti, et al, 2010]

A Manutenção Baseada na Fiabilidade analisa as falhas nos diversos níveis em que ela pode ocorrer: sistema, subsistema, componente e peças, procurando uma adequada compreensão de como a falha pode ocorrer em cada um dos níveis. De acordo com a RCM, as falhas podem ser classificadas de acordo com o efeito que provocam num sistema em potenciais e funcionais. As funcionais, de acordo com a sua visibilidade, ainda podem ser classificadas em evidentes, ocultas e múltiplas. [Siqueira, 2005]

Também se podem classificar de acordo com outros critérios, designadamente, extensão, criticidade, idade, manifestação, velocidade e origem:

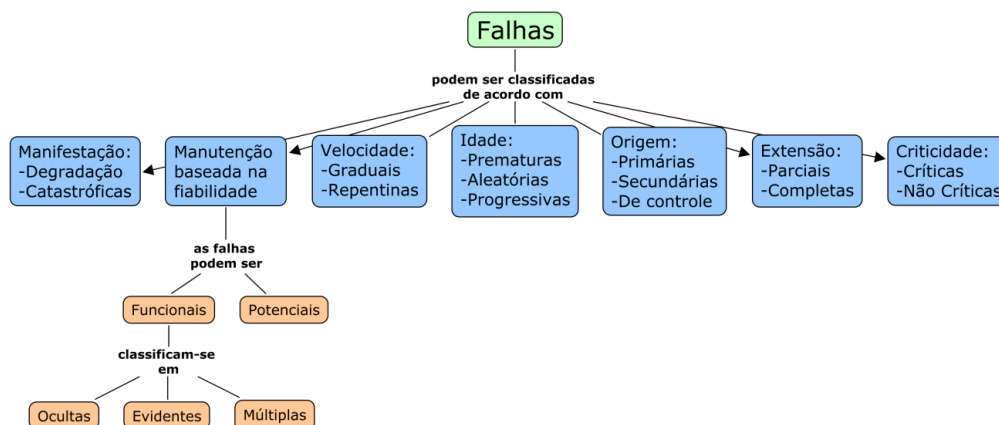


Figura 2. 10 - Classificação das Falhas. [Farinha, 2011]

Para fazer a identificação das falhas e proceder à sua documentação e avaliação, com o objectivo de evitar a sua ocorrência e/ou minimizar os seus efeitos é muito utilizada a metodologia de Análise dos Modos e Efeitos de Falha (Failure Modes and Effects Analysis - FMEA), entre outras. [Farinha, 2011]

### 2.3.2.1 - Etapas de Implementação do modelo RCM

- As etapas de implementação do modelo RCM: [Carlos Cabrita, 2003]

#### Etapa 1 - Delimitação do sistema

Inicialmente, o sistema a ser analisado deve ser delimitado. A partir da selecção dos sistemas ou equipamentos, definem-se as fronteiras e interfaces (entradas e saídas) do objecto da aplicação. A definição de fronteiras é fundamental para o estabelecimento das interfaces com os demais sistemas ou equipamentos que compõem a instalação, não existindo regras definidas para o seu estabelecimento. Cabe ainda realçar que a experiência da equipa de análise e o funcionamento do sistema, é que devem orientar essa delimitação.

#### Etapa 2 - Análise funcional

Esta etapa compreende a definição clara e exaustiva de todas as funções e falhas funcionais associadas aos componentes e acessórios do equipamento delimitado para análise. Normalmente, as interfaces de saída, identificadas na etapa anterior, estão associadas a estas funções. Na definição das funções é importante considerar o contexto operacional do equipamento em relação à instalação.

As falhas funcionais são, em princípio, a negação das funções anteriormente definidas. Por outras palavras, a falha funcional é a incapacidade de um componente ou equipamento ter o desempenho desejado, ou mesmo, realizar o que o usuário tem de expectativa quanto ao desempenho de determinado item.

#### Etapa 3 - FMEA (Análise dos Modos e Efeitos da Falha)

Nesta etapa, utiliza-se a ferramenta FMEA para identificar os modos de falha (como a falha ocorre) e apurar os efeitos associados a cada um desses modos. Esta ferramenta fornece a caracterização dos modos de falha associados aos componentes e equipamentos, as causas das falhas e os seus efeitos (como a falha se manifesta).

Um modo de falha qualquer pode estar relacionado com mais do que uma causa, e o efeito pode igualmente estar associado a uma ou mais causas. Por conseguinte, já é possível identificar que, para alguns modos de falha considerados não críticos, é recomendável aplicar uma política de manutenção correctiva, mais especificamente, quando as falhas apresentam uma probabilidade de ocorrência remota com uma consequência pouco relevante, ou uma frequência elevada com uma consequência irrelevante.

#### Etapa 4 - Diagrama de decisão

A utilização de diagramas de decisão representa uma ferramenta básica para o desenvolvimento desta etapa, permitindo a definição das tarefas de manutenção que compõem o plano de Manutenção, de forma lógica e estruturada. (Anexo A)

## Etapa 5 - Plano de Manutenção

A implementação do plano de manutenção, com as tarefas e respectivas frequências definidas, é a última etapa prevista para a aplicação do modelo RCM. Nesta etapa, procede-se ao agrupamento das tarefas com o intuito de otimizar a utilização dos recursos humanos e minimizar a eventual indisponibilidade associada à execução das actividades de manutenção preventiva. Deve ser salientado que as revisões periódicas do plano de manutenção ficam facilitadas, pelo facto de se possuir toda a documentação proveniente da implementação da RCM. É importante referir que o desenvolvimento das etapas anteriormente descritas se fundamenta em informações técnicas especializadas, associadas à participação efectiva de profissionais, em todo o processo de aplicação da RCM. O êxito desta metodologia exige, portanto, um planeamento eficaz de todos os recursos existentes, o que pressupõe a priorização de formas de gestão centradas na valorização do conhecimento.

## Capítulo 3

### 3.1 - Apresentação da Empresa Sodecia

#### 3.1.1 - Instalações

Sodecia é uma empresa metalomecânica situada na cidade da Guarda no parque industrial, com uma área total de 17200m<sup>2</sup>, dos quais 8200m<sup>2</sup> são a área de produção, técnica e social, o restante terreno é adjacente à empresa. Esta empresa labora desde 1988.



Figura 3. 1 - Instalações Industriais da Sodecia na cidade da Guarda.

#### 3.1.2 - Caracterização histórica da Empresa Sodecia

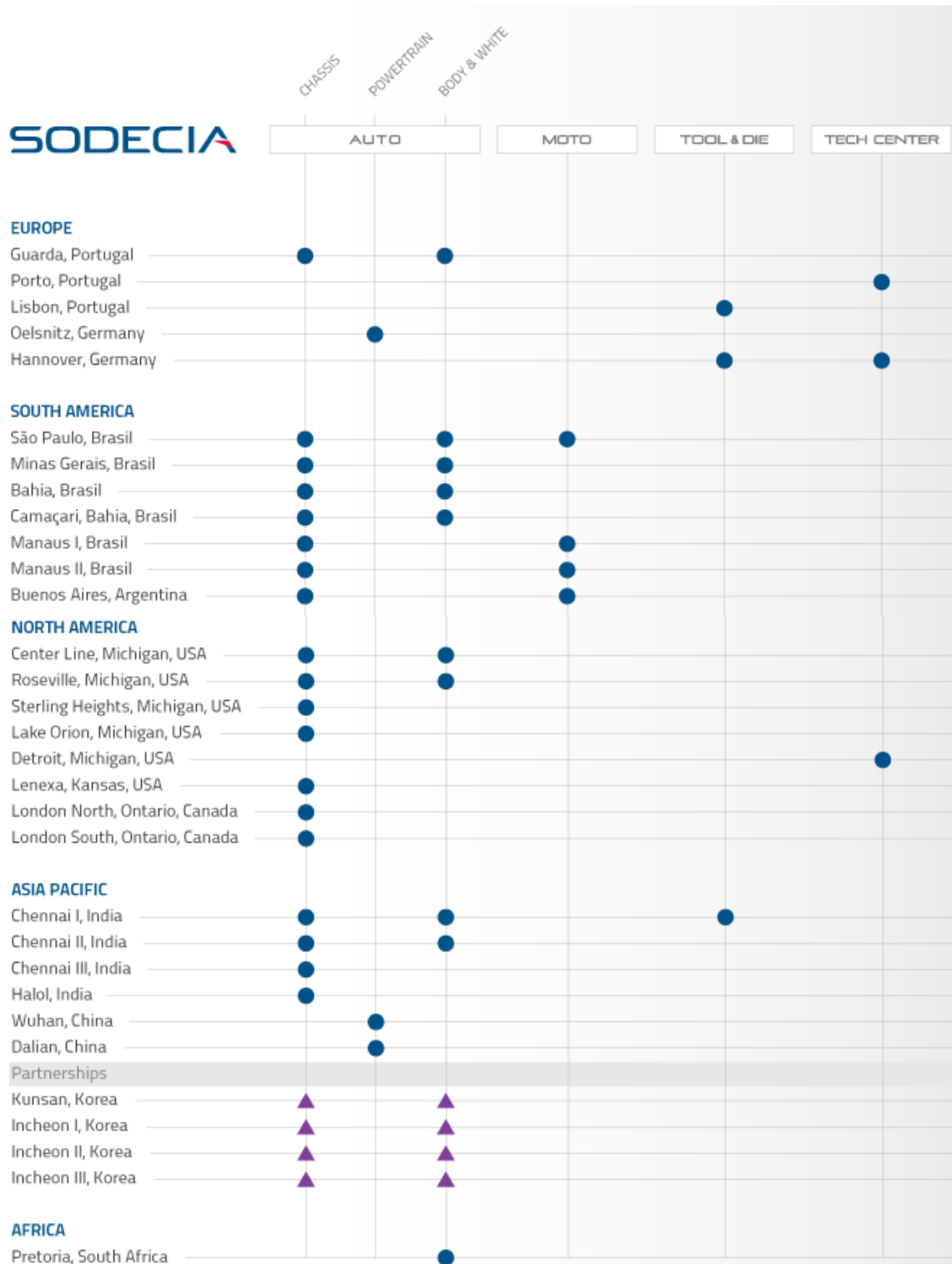
A empresa Sodecia S.A. é um grupo industrial português com sede na cidade do Porto, Portugal, este nasce em 1980 como empresa privada e nos dias de hoje, desenvolve a sua actividade a nível mundial (32 locais) como fornecedor full servisse no ramo automóvel, nomeadamente em produtos como chassis, powertrain e body in white e tem como objectivos fornecer soluções integradas de produtos que satisfaçam os mais elevados níveis de exigência dos clientes, praticando com sucesso e excedendo as expectativas. Nos dias de hoje a Sodecia possui três centros de competências de produto, no Porto Portugal, Hannover Alemanha e Detroit U.S.A, onde prestam um serviço global de engenharia colaborativa. O (Quadro 3.1) demonstra a evolução da empresa.

	<b>1980</b> SODECIA was born as a privately owned company		<b>1988</b> SODECIA Guarda, Portugal
	<b>1997</b> SODECIA São Paulo, Brazil		<b>1999</b> SODECIA Amazonia, JIT plant, Brazil
	<b>1999</b> SODECIA Bahia, JIT plant, Brazil		<b>2004</b> SODECIA Camaçari, Brazil
	<b>2005</b> First Technological Center in Porto, Portugal		<b>2006</b> Aquired RIGOROSA, Tool&Die division, Portugal
	<b>2006</b> SODECIA Argentina		<b>2008</b> SODECIA Amazonia, JIT plant, Brazil
	<b>2008</b> SODECIA Minas Gerais, Brazil		<b>2009</b> Joint Venture with FSG Automotive, Germany
	<b>2010</b> Aquired AZ Automotive Group, USA and Canada		<b>2011</b> Aquired Automotive Ancillary Services Group, India

Quadro 3. 1 - Expansão da Empresa Sodecia

A empresa Sodecia possui unidades de negócios em quatro diferentes regiões do mundo: Europa, Ásia-Pacífico, América do Norte e Sul. No (Quadro 3.2), referem-se as diferentes especialidades de cada unidade de negócio, quer sejam fabricantes de Chassis, Powertrain e Body in White, ou unidades de montagem de motocicletas, ou unidades de tool&die, ou ainda os 3 centros de competência de produto.





Quadro 3. 2 - Presença Global da Empresa Sodecia.

### 3.1.3 - Actividades e Produtos

➤ Actividades

- ✓ Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos
- ✓ Desenho e fabrico de ferramentas
- ✓ Estampagem
- ✓ Corte Fino
- ✓ Injecção de Plástico
- ✓ Dobragem de Arames e Tubos
- ✓ Soldadura Laser
- ✓ Soldadura por Projecção, Pontos e MIG
- ✓ Maquinação CNC
- ✓ Tratamento de Superfícies
- ✓ Montagem
- ✓ Testes

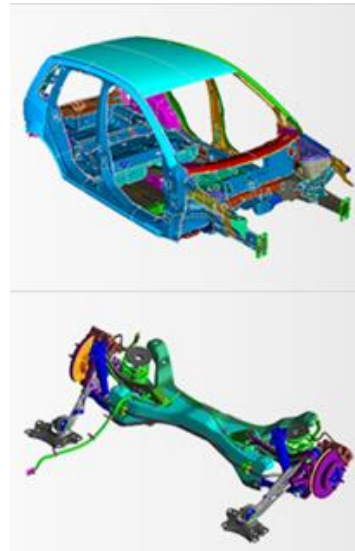


Figura 3. 2 - Testes do Produto.

➤ Produto Automóvel:

- Chassis

- ✓ Sistemas de suspensões
- ✓ Tanques de combustíveis metálicos

- Powertrain

- ✓ Componentes para Powertrain
- ✓ Peças de precisão para Transmissões

- Body in White

- ✓ Cross Car Beams
- ✓ Sistemas de Segurança
- ✓ Sistemas para Body in White e Estampagens



Figura 3. 3 - Produtos fabricados por todo o Grupo Sodecia.

No entanto a nas instalações da Empresa Sodecia situada na Cidade da Guarda, a produção incide na fabricação de Chassis e Body in White, onde este produto é exportado a nível nacional como a nível internacional, como se pode verificar na figura 3.4, onde refere as cidades e os países dos quais a Empresa Sodecia da Guarda distribui os seus produtos.

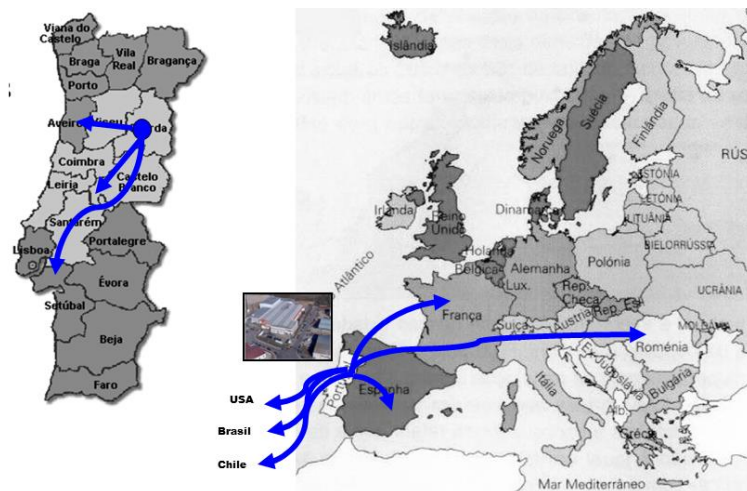


Figura 3. 4 - Pontos de distribuição e exportação do produto

### 3.1.4 - Histórico da Empresa Sodecia na Guarda

- 1988 - Início da Actividade;
- 1999 - FORD Q1;
- 2001 - Consolidação da fabricação;
- 2002 - ISO 14001;
- 2006 - VW GROUP “A” Rated Supplier;
- 2007 - RIG2 Aquisition and transfer to Guarda;
- 2007 - ISO/TS 16949:2002;
- 2007 - ISO 14001:2004;
- 2007 - VISTEON Green/Preferred Supplier;
- 2010 - Top 25 Best in Class Business Enterprise.

### 3.1.5 - Vendas e Empregados

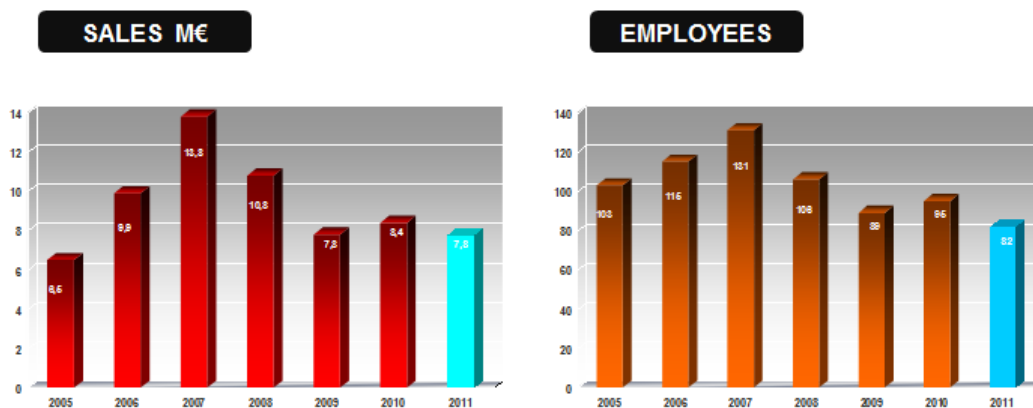


Figura 3. 5 - Gráfico das vendas Anuais e número de colaboradores na Empresa.

### 3.1.6 - Estrutura Organizacional da Empresa

Na empresa existe um organograma oficialmente definido, através da (figura 3.6) mostra-se a estrutura organizacional da empresa actualmente.

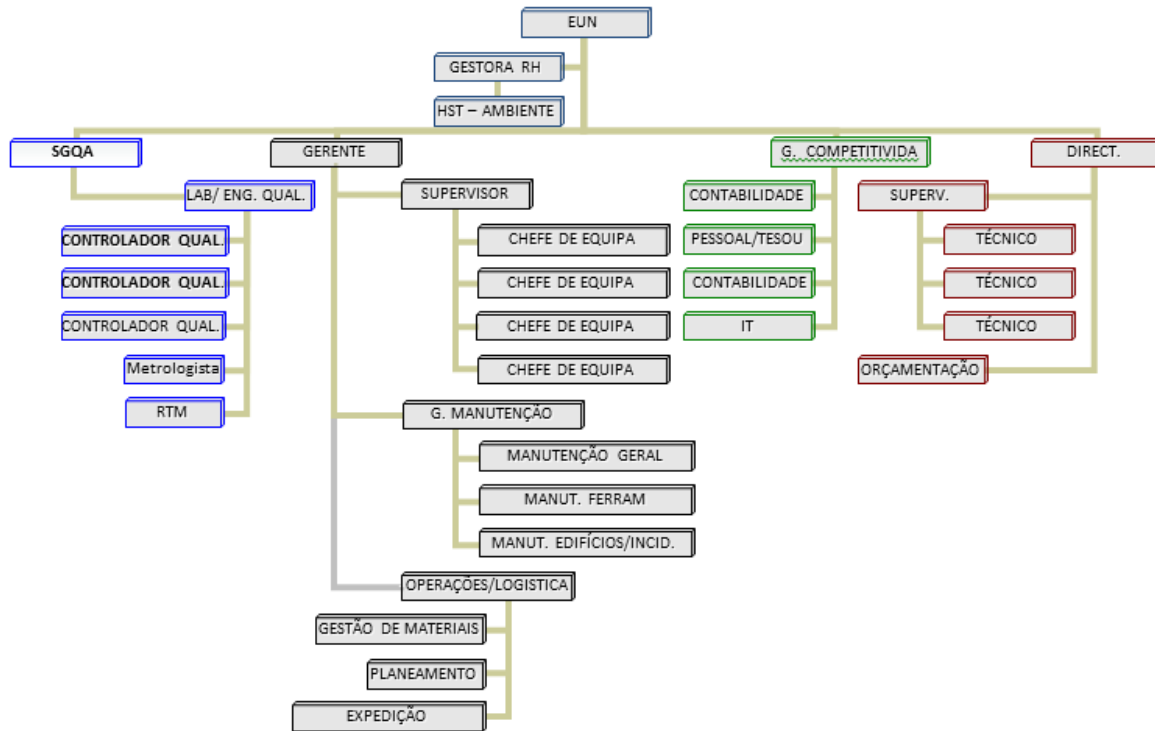


Figura 3. 6 - Organograma da Empresa Sodécia.

Como podemos observar no organograma da empresa encontra-se devidamente bem estruturada em todos os seus departamentos. O departamento da manutenção é dividido em três sectores:

- Sector de Manutenção Geral actua exclusivamente de todas as máquinas das linhas de produção, em todos os níveis (eléctrico, pneumático, hidráulico, mecânico e electrónico).
- Sector da Manutenção de Ferramentas actua directamente nas ferramentas utilizadas nas prensas (Moldes) onde fazem rectificações de forma a manter a qualidade do produto pretendida.
- Sector Manutenção de Edifícios e Incidentes actua nas infra-estruturas da Empresa ou seja, redes de água e ar comprimido, electricidade do edifício, ect...

### 3.1.7 - Equipamentos

Numa área de 7000m<sup>2</sup> destinada para a produção, os equipamentos estão dispostos ao longo desta área como é mostrado na (figura 3.7), da qual se trata do layout de produção.

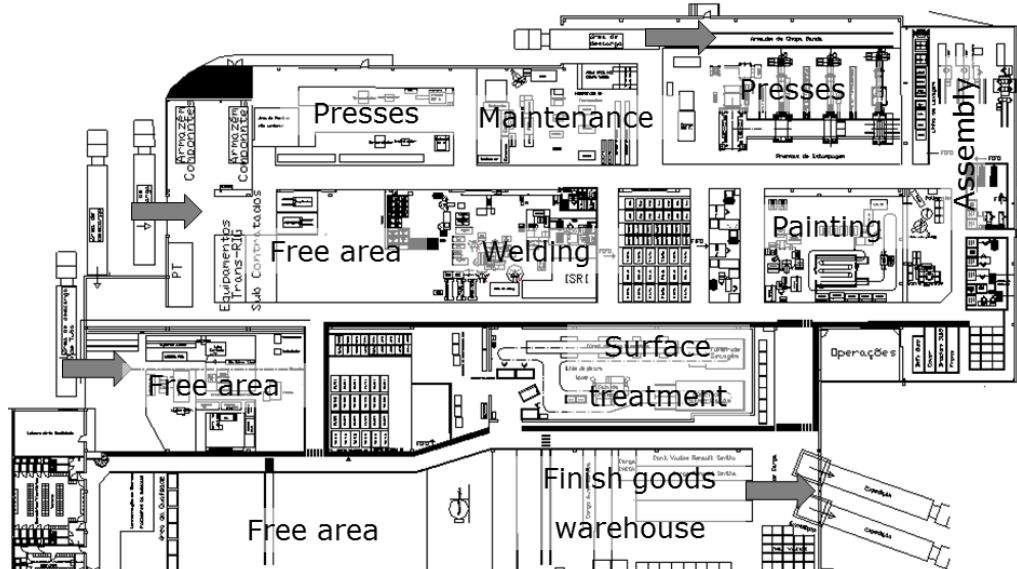


Figura 3. 7 - Layout de produção da Empresa.

Para a realização do produto a Empresa Sodecia dispõe dos seguintes equipamentos:

- Três Prensas Arisa de 2500 KN (250 Ton.) de força, de 2 bielas, embraiagem e travões pneumáticos, comando por rodas excêntricas e controlo numérico. Estas prensas permitem múltiplos cursos sendo a mudança dos mesmos monitorizada, e permitem ainda várias velocidades de trabalho que variam entre os 20 e os 100 golpes por minuto. Cada Prensa possui um sistema de alimentação automático de Chapa em bobines, os quais são constituídos por um desenrolador, um endireitador e um alimentador. Estes sistemas têm capacidade para trabalhar com bobines de chapa com largura de banda até 600mm e pesos máximos de 5000 Kg. As mesas e carros das prensas permitem a montagem de ferramentas de distintos tamanhos, sendo as dimensões máximas de 2200 x 1000mm.



Figura 3. 8 - Prensas de 250 Ton.

- Uma Prensa Fagor de 6300 KN (630 Ton.) de força, de 2 bielas, embraiagem e travões pneumáticos, comando por rodas excêntrica e controlo numérico. Esta prensa permite múltiplos cursos sendo a mudança dos mesmos monitorizada, e permite ainda várias velocidades de trabalho que variam entre os 15 e os 45 golpes por minuto. A Prensa possui um sistema de alimentação automático de Chapa em bobines, os quais são constituídos por um desenrolador, um endireitador e um alimentador. Este sistema tem capacidade para trabalhar com bobines de chapa com largura de banda até 1000mm e pesos máximos de 12000 Kg. A mesa e o carro da prensa permitem a montagem de ferramentas de distintos tamanhos, sendo as dimensões máximas de 3500 x 1400mm.



Figura 3. 9 - Prensa de 630 Ton.

- Prensas mecânicas - O parque destas máquinas é composto por Prensas de (30 Ton., 45 Ton., 65 Ton., 120 Ton. e 170 Ton.) de força. Estas prensas permitem vários cursos de trabalho e várias alturas de funcionamento. Algumas destas prensas possuem um sistema de alimentação automático de Chapa em bobines, os quais são constituídos por um desenrolador, um endireitador e um alimentador.



Figura 3. 10 - Prensas de 65 170 Ton.

- Seis Prensas Hidráulicas - O parque destas máquinas é composto por Prensas desde as (10 Ton. até às 160 Ton.) de força. Estas prensas permitem vários cursos de trabalho e permitem estampagens profundas porque possuem almofadas com 200 mm de curso. Algumas destas prensas possuem um sistema de alimentação automático de Chapa em bobines, os quais são constituídos por um desenrolador, um endireitador e um alimentador.



Figura 3. 11 - Prensas Hidráulicas.

- Quatro Prensas Soldadura por Resistência. O parque destas máquinas é composto por Prensas desde os 150 KVA até aos 350KVA. Estas prensas têm controlo automático de parâmetros, de corrente, de tensão, de tempo e permitem vários cursos de trabalho e ainda várias regulações de altura de trabalho. Algumas máquinas trabalham com sistemas automatizados e permitem acoplar sistemas de teste de estanquidade.



Figura 3. 12 - Prensas Soldadura.

- Linha de tratamento de superfícies por aspersão com fosfatação a ferro e passivação. Na mesma linha, e em processo contínuo, está integrada uma linha de pintura electrostática. Dispomos ainda de uma segunda linha de pintura electrostática, para peças de pequenas dimensões e com requisitos específicos de pintura.



Figura 3. 13 - Linha de Tratamento de Superfícies e Pintura.

- Linha de lavagem automática com inibição, desengorduramento, lavagem e secagem de peças metálicas. Esta linha permite lavar peças de chapa galvanizada, chapa electrozincada, chapa de inox e alumínio. Para lavagem de chapas a nu tem um programa alternativo para aplicação de um produto inibidor de corrosão.



Figura 3. 14 - Linha de Lavagem e de Desengorduramento de Peças.

- Cinco Células Robotizadas de soldadura - Duas das c... que trabalham em simultâneo e três células com um único robot cada.

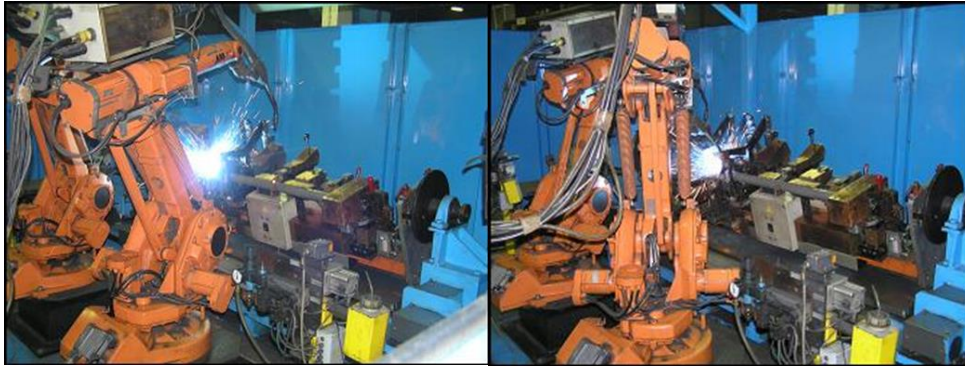


Figura 3. 15 - Robots de Soldadura.

- Várias células de soldadura manual MIG/MAG.

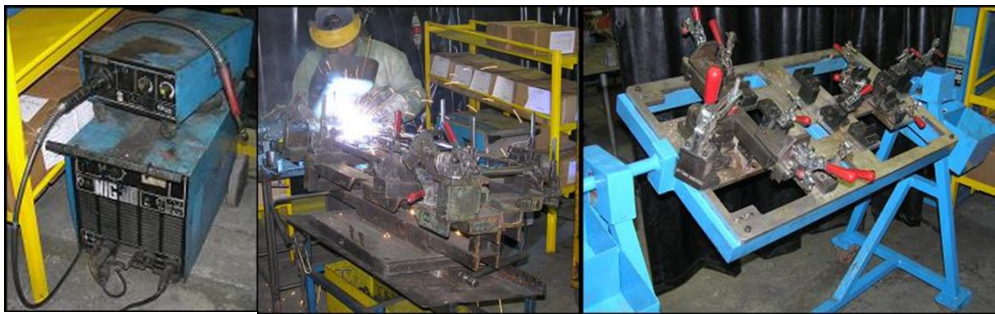


Figura 3. 16 - Aparelho de soldadura MIG/MAG e Suportes para o Produto.

- Duas máquinas de dobrar tubo - Estas máquinas permitem a dobragem de tubos com vários diâmetros e espessuras de parede.



Figura 3. 17 - Curvadoras de Tubo.

- Máquina de polimento por abrasivos - Esta célula é composta por um vibrador e por uma secadora, e trabalham em cascata. As peças depois da fase de rebarbagem no vibrador passam automaticamente à secadora, para o completo ciclo de trabalho.





Figura 3. 18 - Máquina de Polimento por Abrasivos.

- Quinadora Hidráulica - Esta máquina permite a quinagem de chapa com espessuras entre os 0,5 e os 12 mm e em vários ângulos.



Figura 3. 19 - Quinadora Hidráulica.

- Guilhotina Hidráulica - Esta máquina permite o corte de chapa com espessura entre os 0,3 e os 10 mm e comprimentos de corte entre os 0,1 e os 725 mm.



Figura 3. 20 - Guilhotina Hidráulica.

- Rebitagem - Máquinas automáticas de montagem e rebitam de conjuntos. Permitem alimentar várias peças distintas através de vibradores, e efectuar a montagem em automático de conjuntos rebitados.



Figura 3. 21 - Máquinas de Montagem e Rebitagem.

- Cravação - Ferramentas e automatismos de cravação. Permitem efectuar cravação de partes de uma peça e cravação de conjuntos de várias peças.



Figura 3. 22 - Máquinas e Ferramentas de Cravação.

- Sistemas hidráulicos de furação em tubos - Permitem efectuar furos de vários diâmetros e em simultâneo.



Figura 3. 23 - Sistemas Hidráulicos de Furação.

## Capítulo 4

### 4.1 - Aplicabilidade do Modelo de Manutenção

#### 4.1.1 - Manutenção na Actualidade na Empresa

A empresa em estudo apresenta uma estrutura bem definida no departamento da manutenção como podemos observar no organograma onde este é constituído por três sectores dos quais têm as suas funções bem delineadas.

As formas de manutenção aplicadas nesta empresa são:

- Manutenção Correctiva
- Manutenção Preventiva
- Manutenção Preditiva

O departamento de manutenção possui um gerente de manutenção responsável pelos três sectores de, onde cada um destes tem um responsável e as suas equipas de intervenção. Esta empresa trabalha em dois turnos de oito horas, onde no primeiro turno a equipa de manutenção é constituída por cinco elemento no global das secções, onde se encontram os responsáveis das secções de manutenção dos quais também intervêm na realização dos trabalhos das funções de manutenção, no segundo turno encontra-se apenas um elemento, isto porque a fabrica não trabalha na sua totalidade.

Para a execução das manutenções correctivas o sistema utilizado na empresa é bastante antiquado devido ao tempo que se demora a reportar o problema e dar resposta ao mesmo, isto porque o operário tem de preencher um formulário próprio da empresa para efectuar abertura da O.T (Ordem de Trabalho) ou O.S (Ordem de Serviço), em seguida este tem de ir entregar a O.T ao departamento da manutenção, onde este é recebido pelo responsável de manutenção do qual tem de se dirigir à máquina ou equipamento em questão para fazer o diagnostico da avaria, em seguida tem de voltar ao departamento para levar as ferramentas ou componentes necessários de forma a resolver avaria, neste processo perdesse imenso tempo e a máquina fica parada bastante tempo o que da um grande prejuízo à empresa, esta situação acontece porque grande parte dos operários não tem formação ou conhecimento da causa de certas avarias.

Outro problema nas manutenções correctivas é o relatório de fecho da O.T onde este é muito vago, escrito à mão, onde por vezes a letra não é legível, o qual se este for necessário como forma de auxílio para a resolução de uma avaria torna-se inútil uma vez que o conteúdo do documento é por vezes ilegível, este é arquivado numa pasta respectiva da máquina e é feito

um registo numa folha de cálculo de Excel com o número de ocorrências correctivas e o respectivo tempo de resolução do problema como.

No que concerne as manutenções preventivas e preditivas, estas como são programadas ou agendadas já é utilizado um método bastante diferente, utilizam umas folhas de cálculo de Excel, onde estão descritas todas as operações das quais o responsável de manutenção ou mesmo o operário da máquina tem de efectuar. Para realização da manutenção preventiva, nesta empresa todos operários das máquinas possuem formação para realizarem as operações de manutenção de nível 1, que consistem em operações como limpeza do equipamento e ferramentas, limpeza da máquina e verificação das botoneiras de comando. No que diz respeito à realização da manutenção preditiva já existe a necessidade de chamar uma empresa subcontratada para efectuem a manutenção de nível 3, que são a verificação dos óleos normais, óleos hidráulicos e análise termográfica aos quadros eléctricos, isto acontece devido à falta de equipamentos e de formação dos responsáveis de manutenção.

Outra grande falha neste departamento é a falta de protocolos de seguimento para efectuem as manutenções preventivas de preditivas onde o documento emitido para a realização deste tipo de manutenções vem somente o que o responsável deve verificar ou mudar mas não como deve proceder correctamente, pois não têm nenhum guia do qual se possam basear para desempenhar um serviço correcto, com eficácia e rapidez, refiro isto porque quando entram elementos novos para o departamento, estes manuais são fundamentais para um bom desempenho dos mesmos uma vez que não têm o conhecimento e experiência dos restantes elementos mais antigos no departamento.

O controlo de stocks também é feito de uma forma rudimentar, isto porque as quantidades dos elementos ou componentes são introduzidos e retiradas manualmente numa folha de cálculo Excel, onde podem ocorrer enganos uma vez que é o próprio responsável de manutenção que desempenha essa função.

No (Anexo B) podemos observar os documentos aplicados nas várias manutenções da empresa.

#### **4.1.2 - Custos da Manutenção**

Nenhum estudo para a implementação de um modelo de manutenção, em qualquer empresa, pode ser devidamente efectuado sem se considerar os custos envolvidos. Eles são, na verdade, os factores mais importantes a serem examinados para se decidir entre diferentes modelos de manutenção. Somente quando os custos de um modelo de manutenção são comparados com os custos gerais originados pela falta de manutenção é que se consegue sensibilizar a direcção das empresas a implementá-los. Cabe assim, mostrar que um modelo de manutenção é, na verdade, um investimento, que proporciona redução não só nos custos de reparação, mas também nos de paragem dos equipamentos. A procura da qualidade e da

produtividade passa por diversas questões, como as políticas de gestão da qualidade, a análise da melhor forma de Produção, a formação, a manutenção dos equipamentos da produção e outros factores estratégicos. O papel da manutenção é essencial na garantia tanto da qualidade como da produtividade na empresa. O modelo de manutenção deve ser definido pela empresa segundo os seus objectivos organizacionais, e ser o factor determinante do sucesso do planeamento da produção e conseqüentemente de toda a produtividade da empresa.

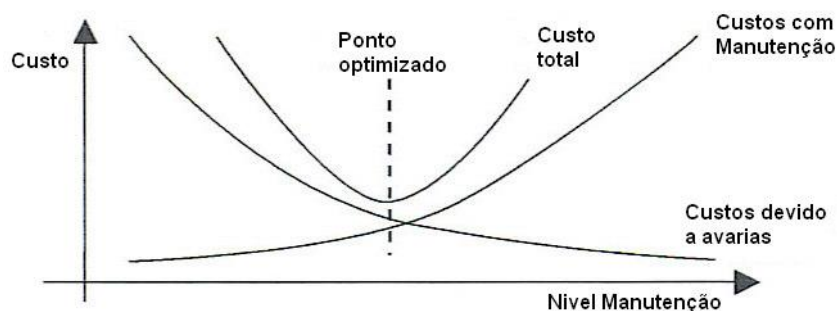


Figura 4. 1 - Custos associados a manutenção.

#### 4.1.2 - Proposta de aplicação do modelo de manutenção

As principais razões para a implementação do modelo são as seguintes: o elevado tempo de paragem dos equipamentos da produção, o excesso do número de avarias, a não existência de dados técnicos, a falta de peças de substituição em stock, o excesso de compras em estado de emergência, o baixo nível de formação dos reesponsáveis da manutenção, a não existência de programas de formação para os operadores de produção e responsáveis da manutenção, a má gestão das funções de manutenção, a falta de equipamento para as operações de manutenção preventiva e preditiva, as subcontratações excessivas, entre outros factores internos como a falta de conhecimento das novas tecnologias e metodologias aplicar. Há ainda os factores externos, como o desenvolvimento tecnológico, a competitividade e o aumento do custo da manutenção.

Este modelo de manutenção industrial, tem por base, eliminar o máximo de avarias com o objectivo de maximizar o rendimento, obter níveis mais altos de produtividade, reduzir os custos, elevar o nível de qualidade, flexibilização, aumento do nível de conhecimento técnico da equipa da manutenção, e deve também ser um suporte para a manutenção autónoma, que é a que envolve maior número de operários. Tendo em conta os problemas apresentados anteriormente no departamento de manutenção, através deste estudo e desenvolvimento propõe-se o seguinte para a execução deste modelo de manutenção:

- ✓ Formação contínua dos operários de produção;
- ✓ Formação dos responsáveis de manutenção sobre os equipamentos (funcionamento, resolução de avarias, testes a efectuar nos equipamentos para verificar eficácia e

garantir a qualidade final do produto), conhecimento de ferramentas, equipamentos, metodologias novas.

- ✓ Nos equipamentos deve-se estabelecer os meios de acompanhamento e controle do seu funcionamento, tais como os indicadores *MTTR*, *MTBF*, disponibilidade, tempo de reparação e custos. Isto possibilitará o acerto da política de manutenção adoptada e determinar a correcção e ser efectuada.
- ✓ Elaborar planos de paragem dos equipamentos em conjunto com o departamento de produção.
- ✓ Definir planos de manutenção preventiva e preditiva em concordância com o departamento de produção.
- ✓ Planeamento de rotinas de inspecção aos equipamentos, onde estas devem ser pré-programadas e garantir a disponibilidade dos equipamentos de forma a reduzir os custos, aumentar a produtividade e qualidade do produto.
- ✓ Refinar as políticas de manutenção a aplicar a cada equipamento.
- ✓ Organização do armazém de forma a proporcionar uma boa gestão de stock.
- ✓ No planeamento deve-se evitar ao máximo as actividades de troca periódica de componentes de forma preventiva, uma vez que estas actividades são as principais responsáveis pelo maior custo da manutenção e como é sabido ao se intensificar as actividades de inspecção, lubrificação e limpeza, a necessidade destas actividades de troca de componentes baixa significativamente.
- ✓ O responsável de manutenção deve seguir uma correcta metodologia de trabalho, avaliar as prioridades dos equipamentos a intervir, efectuar rotinas de inspecção, respeitar as normas de segurança e higiene no trabalho.
- ✓ Aplicação do método de melhoria continua PDCA (Plano Do Check Act)
- ✓ O planeamento das actividades que dizem respeito à manutenção preditiva que normalmente são realizadas por empresas contratadas, devido ao custo dos instrumentos, equipamentos ou conhecimento técnico necessário, deve ser realizado em conjunto com estas empresas prestadoras de serviços para um maior aproveitamento do tempo e disponibilidade destes profissionais dentro da empresa.
- ✓ Definir tabelas de prioridades de actuação na manutenção e esquemas de procedimento nos vários tipos de manutenção aplicar.
- ✓ Aplicação de uma ferramenta informática (software de manutenção industrial), que possibilite a gestão da manutenção, onde esta ferramenta apresenta uma grande diversidade de funções das quais são de grande ajuda no desempenho das funções a serem implementadas na área da manutenção industrial.

### **4.1.3 - Implementação do modelo de manutenção**

Num processo de mudança, definir novas regras, métodos e processos não é o suficiente, temos de pensar nos intervenientes destas mudanças, pois o sucesso desta depende da sua inteira cooperação. Por vezes é complicado aceitar as mudanças e fazer com que estas

tenham o sucesso pretendido, isto porque o ser humano acomoda-se a uma rotina e por vezes tenta não sair dela, para contrariar este facto é necessário criar motivação, garantir novos recursos, novos equipamentos, formações e fazer valorizar que esta mudança vem “facilitar” as operações a serem efectuadas. Para a implementação deste modelo na empresa metalomecânica da Guarda “SODECIA”, começaríamos por aplicar as propostas referidas anteriormente.

#### 4.1.3.1 - Implementação do Software MAC

Este software MAC (Manutenção Assistida por Computador), agora actualizado pela empresa Golse e como o nome de Golse EAM (Enterprise Asset Management), é uma aplicação de apoio á actividade de gestão da manutenção, tendo como objectivo o planeamento, programação e gestão desta actividade, assim como das suas interligações com a gestão de recursos humanos, stocks, compras e subcontratação.

Este apresenta-se como um conjunto de módulos interdependentes, podendo funcionar em monoposto ou rede, que são:

- ✓ Equipamentos
- ✓ Gestão de Pedidos de Intervenção / Ordens de Trabalho / Contratos
- ✓ Lubrificação
- ✓ Inspecção / Manutenção Condicionada
- ✓ Preventiva Sistemática
- ✓ Gestão de Stocks
- ✓ Compras
- ✓ Estatística / Custos / Histórico

É um software compatível com os sistemas operativos Windows e com os interfaces SAP, BAAN, PRIMAVERA e com sistemas de Gestão de Stocks e Compras já existentes na empresa.

- Descrição dos módulos da Aplicação
  - ✓ Equipamentos
    - Ficha de equipamento e características técnicas;
    - Decomposição do equipamento em partes (sistemas, órgãos e artigos);
    - Fichas de órgão e rotáveis;
    - Intermutabilidades de órgãos e Classes de órgãos;
    - Consulta de órgãos e equipamentos por características;
    - Artigos de stock por equipamento, sistema e órgão;
    - Associação de ficheiros a equipamentos, órgãos, artigos nos formatos jpg, bmp, tiff, Excel (xls,xlsx), Pdf, Word (doc,docx) AutoCad (dwg, dxf) etc;
    - Preparação de trabalhos para o equipamento;
    - Gestão de desenhos, catálogos de fornecedores.

- ✓ Gestão de Ordens de Trabalho
  - Pedidos de Intervenção;
  - Abertura automática de ordens de Trabalho na sequência de pedidos, e envio para o PDA do recurso responsável ou por e-mail e SMS;
  - Registo de presenças pelo PDA ou Portal;
  - Transferência de ordens de trabalho entre PDA;
  - Monitorização de pedidos de intervenção e alertas para tempos de resposta;
  - Envio automático de e-mail ao requisitante no início e conclusão do trabalho;
  - Ligação a sistemas de gestão técnica de edifícios, instalações para gestão de alarmes e importação de contadores de preventiva ou de consumos;
  - Possibilidade de decomposição da ordem de trabalho em fases (trabalhos);
  - Informação ligada a uma ordem de trabalho:
    - Lista de instruções e descrição do trabalho;
    - Materiais e ferramentas a utilizar;
  - Custos em materiais, mão-de-obra e serviços;
  - Orçamento e análise de desvios;
  - Duração, horas previstas por equipa de manutenção e planeamento;
  - Horas por profissão, recurso;
  - Causa de Intervenção, Tipos de Trabalho, Tipo de Avarias;
  - Situação da ordem de trabalho;
  - Programação de ordens de trabalho;
  - Gestão de mão-de-obra e estatísticas;
  - Códigos de fecho de ordens de trabalho, estatística de códigos de fecho
  - Tipo de problema;
  - Tipo de falha;
  - Tipo de acção;
  - Gestão de contratos de manutenção, histórico de contrato, estatística de contratos;
  - Custos de mão-de-obra por cliente, contrato, tipo de hora, profissão.
- ✓ Lubrificação
  - Programação de acções de lubrificação por contador e semanas;
  - Programa semanal de lubrificação por percurso, com informação da carga de Hh's de lubrificação, com possibilidade da selecção parcial do plano proposto face às disponibilidades dos recursos;
  - Consulta de lubrificações em atraso;



- Confirmação da realização do Programa Semanal, com possibilidade de registo das anomalias encontradas e atestos efectuados;
  - Histórico de operações de lubrificação por sector, percurso, equipamento, com a informação das mudanças de óleos e atestos efectuados;
  - Registos de análises de lubrificantes;
  - Gráfico com o histograma da evolução dos valores das análises físico-químicas e espectrométricas;
  - Previsão de consumos de lubrificantes e gráfico por lubrificante;
  - Lubrificante e equipamentos;
  - Possibilidade de geração automática de ordens de trabalho anuais de lubrificação por equipamento, para todos os equipamentos com operações de lubrificação;
  - Análises ao histórico de lubrificação.
- ✓ Preventiva Sistemática
- Gestão da manutenção preventiva sistemática em horas, km ou semanas;
  - Plano anual de manutenção preventiva;
  - Informações por sector e equipamentos de:
    - Plano anual de preventivas iniciais (no início do ano);
    - Plano anual de preventivas por realizar;
    - Preventivas executadas;
  - Gráfico de distribuição de cargas semanais por equipa;
  - Geração automática do plano anual de preventivas face à periodicidade das intervenções;
  - Geração automática do ficheiro anual de preventivas no início do ano face ao real executado no ano anterior;
  - Projecções de previsões de preventivas a realizar em horas / km por:
    - Estimativa anual de horas previstas para os equipamentos;
    - Média dos últimos 5 registos de horas do equipamento;
    - Maior destes 2 valores;
  - Ligação de artigos de stock a trabalhos de preventiva;
  - Previsão de consumos semanais de artigos para trabalhos de preventiva;
  - Análise de cumprimento do plano de preventiva (% plano previsto face ao real executado);
- ✓ Manutenção Condicionada / Inspecções
- Programação de acções de inspecção em contador ou semanas;

- Programa semanal de inspecções por percurso, com informação da carga de hh's por equipa, com possibilidade da selecção parcial do plano proposto face às disponibilidades dos recursos;
  - Consulta de inspecções em atraso;
  - Quatro limites de alerta por operação de inspecção e consulta de alertas;
  - Previsão das datas críticas dos patamares de alarmes para os vários equipamentos;
  - Possibilidade de registo de relatórios das anomalias encontradas durante a inspecção;
  - Histórico de operações de inspecção no equipamento, com janelas de visualização gráfica da evolução dos parâmetros de diagnóstico e dos relatórios das anomalias encontradas;
  - Possibilidade de geração automática de ordens de trabalho anuais de inspecção por equipamento com inspecções;
  - Indicadores de % de cumprimentos do plano anual de inspecção; Plano previsto versus real executado;
  - Previsão anual de hh's por sector, equipamento, percurso e tipo de inspecção;
  - Análise ABC de relatórios de operações de inspecção.
- ✓ Stocks e Compras
- Gestão de stocks com pluri-armazém;
  - Consulta de artigos de stock (equipamento, sistema, designação, part number e estrutura arborescente de famílias);
  - Ficha técnica de artigo;
  - Especificação de compra do artigo;
  - Informações de compras e requisições efectuadas;
  - Equipamentos onde se encontra o artigo;
  - Consumos dos últimos anos e distribuição mensal do consumo;
  - Cálculo dos parâmetros de gestão do artigo;
  - Reservas de artigos, gestão de reservas;
  - Análise de artigos sem consumo;
  - Análises ABC por valores de consumo, stock médio e stock momentâneo;
  - Pedidos de compras, recepções de compras;
  - Propostas de compras de artigos (qt. mínima, máxima ou por qt. de ponto de encomenda);
  - Contratos de compras de artigos de stock;
  - Gestão de compras;

- Gestão de consultas e mapas comparativos de propostas de fornecedores;
  - Aprovações de pedidos de compra a nível da requisição da compra;
  - Notas de encomenda;
  - Aprovações de notas de encomenda, com múltiplos níveis de aprovação;
  - Análises de fornecedores;
  - Análises estatísticas ao histórico de compras.
- ✓ Estatísticas, Custos, Indicadores de Desempenho e de Gestão
- Análise de intervenções em equipamentos;
  - Análise de mão-de-obra em equipamentos e localizações;
  - Análise dos tempos de manutenção de equipamentos e por famílias de equipamentos;
  - Análise de tempos de manutenção por família de equipamentos;
  - Estatística plurianual do equipamento;
  - Dashboard por sector, localização e equipamento;
  - Indicadores de gestão por sector, localização e sector responsável e respectiva evolução mensal;
  - Histórico por sector, localização e equipamento com detalhes de materiais e mão-de-obra por ordem de trabalho;
  - Histórico de rotáveis;
  - Análises de custos pela estrutura arborescente de sectores, localizações e serviço responsável;
  - Controlo orçamental por sector, centro de custo, localização e equipamento;
  - Análise de intervenções por causas de avarias, tipo de avarias;
  - Relatório mensal de actividades, indicadores de desempenho;
  - Análise de indicadores em multi-estrutura arborescente (redes);
  - “Redes” de contadores, análise de consumos.
- ✓ Mobile e Portal - (O modulo Mobile disponível nas seguintes plataformas (Windows Mobile, IOS, Android) e o modulo Portal disponibilizam as seguintes funcionalidades:
- Consulta de equipamentos
  - Levantamento de equipamentos (criação de novos equipamentos)
  - Ligação automática de fotografias aos equipamentos (disponível no Mobile)
  - Consulta de localizações e equipamentos
  - Pedidos de Intervenção
  - Possibilidade de ligar imagens a pedidos de intervenção

- Abertura de ordens de trabalho
- Possibilidade ligar imagens a ordens de trabalho
- Importação de ordens de trabalho pendentes
- Fecho de ordens de trabalho
- Registo de mão-de-obra
- Consulta de informação de mão-de-obra (por dia)
- Registo de materiais (stock e não stock)
- Consulta de artigos de stock
- Definição de inspecções a equipamentos
- Importações de inspecções de equipamentos “tipo”
- Associação de imagens a operações de inspecção
- Importação do programa semanal de inspecção
- Confirmação do programa semanal
- Programa diário de inspecção
- Confirmação do programa diário de inspecção

Com a implementação deste software conseguimos aplicar a grande parte das propostas apresentadas para o nosso modelo de manutenção, de uma forma que facilita o desempenho das funções do responsável de manutenção, pois através deste software, consegue-se ter acesso aos históricos de O.T, consulta de manuais, data sheets, etc..., muito mais rápido através do motor de busca. Tal como o módulo de Estatísticas, Custos, Indicadores de Desempenho e de Gestão, é de grande utilidade e de fácil manuseamento e obtemos excelentes visualizações gráficas para analisar como podemos observar nos (Anexo C) as interfaces deste software. Para a instalação deste software a empresa não precisa de possuir requisitos especiais, caso esta tenha uma base de dados bem organizada só é necessário descarregar para dentro do software e usufruir deste. Este tem um custo de instalação no servidor de 9000 euros e o contrato anual é de 19% do custo do software e utiliza o motor de base de dados Microsoft SQL Server.

#### **4.1.3.2 - Organização de centros de custos**

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

#### **4.1.3.3 - Procedimentos aplicar nos vários tipos de manutenção**

Este tipo de tarefa tem de ser efectuado em conjunto com o departamento de manutenção e o de produção, de forma a delinear novas estratégias de intervenção, novos procedimentos de actuar nos diferentes tipos de manutenção praticados na empresa, definir quais os equipamentos prioritários a intervir em caso de avaria, fazer um planeamento eficaz para as

manutenções preventivas e preditivas, fornecer formação adequada aos operários para estes desempenharem funções básicas nos equipamentos e rotinas de inspeção.

No Anexo D podemos observar um exemplo como o responsável de manutenção deve proceder nos diferentes tipos de manutenção aplicados na empresa, desde da abertura da O.T. ou O.S. até ao fecho da mesma, também podemos observar como os responsáveis de manutenção juntamente com os da produção devem criar uma tabela de prioridades para a manutenção como podemos observar no Quadro.

<b>Tabela de Classificação de Prioridades para Manutenção</b>												
<b>Impacto da Falha</b>		<b>PRIORIDADE</b>										
Equipamentos <b>s/ reserva</b> cujas falhas <b>provocam</b> parada geral da refinaria, Tocha constante, agressão severa do M. Amb. Ou riscos graves		10	90	80	70	60	50	40	30	20	10	<b>URGENTE</b> Programação imediata
Equipamentos <b>s/ reserva</b> cujas falhas <b>provocam</b> paradas de unidades de processo, vazamentos, agressão ao M.Amb., Perda de Qualidade, Não atendimento ao cliente		9	81	72	63	54	45	36	27	18	9	
Equipamentos <b>s/ reserva</b> cujas falhas <b>provocam</b> paradas de sistemas importantes das unidades de processo, Perda de qualidade de produtos no processo		8	72	64	56	48	40	32	24	16	8	
Equipamentos <b>c/ reserva operando em condições precárias</b> , cujas falhas <b>provoquem</b> ; Paradas de sistemas ou unidades de processo, Perda de qualidade de produtos, Agressão ao meio ambiente, Não atendimento a clientes.		7	63	56	49	42	35	28	21	14	7	<b>PRIORITÁRIO</b> Programação em 48 horas
Equipamentos <b>c/ reserva operando em boas condições</b> , cujas falhas <b>provoquem</b> ; Paradas de sistemas ou		6	54	48	42	36	30	24	18	12	6	

unidades de processo, Perda de qualidade de produtos, Agressão ao meio ambiente, Não atendimento a clientes.											
Equipamentos <b>s/ reserva</b> cujas falhas <b>não provoquem</b> não conformidades nos produtos, perda de produção, risco às pessoas e ao meio Ambiente porém apresentem altos custos	5	45	40	35	30	25	20	15	10	5	
Equipamentos <b>s/ reserva</b> cujas falhas <b>não provoquem</b> não conformidades nos produtos, perda de produção, risco às pessoas e ao meio Ambiente porém apresentem custos relevantes	4	36	32	28	24	20	16	12	8	4	<b>IMPORTANTE</b> Programação em 7 dias
Equipamentos <b>c/ reserva operando em condições precárias</b> , cujas falhas <b>não provoquem</b> não conformidades nos produtos, Perda de produção, Risco às pessoas e ao Meio Ambiente, porém apresentem custos altos ou relevantes.	3	27	24	21	18	15	12	9	6	3	
Equipamentos <b>c/ reserva operando em boas condições</b> , cujas falhas <b>não provoquem</b> não conformidades nos produtos, Perda de produção, Risco às pessoas e ao Meio Ambiente, porém apresentem custos altos ou relevantes.	2	18	16	14	12	10	8	6	4	2	
Outros equipamentos que <b>não provoquem</b> perdas de produção, qualidade, M.Ambiente, riscos ou custos relevantes	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	<b>NORMAL</b> Programação em 30 dias
<b>Tipos de intervenção</b>		9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Trabalhos associados com a eliminação de perigo iminente, fogo e ameaça à vida .											
Trabalhos para eliminação de vazamentos, emissões e riscos ambientais .											
Trabalhos para eliminação de outros tipos de riscos .											
Trabalhos para manter os sistemas operando (manter a função) .											
Manutenção Preventiva/Preditiva .											
Manutenção Corretiva de equipamentos isolados .											
Trabalhos para implementação de melhorias no processo .											
Manutenção de equipamentos auxiliares não relacionados ao processo .											
Limpeza, pintura e arrumação .											

Figura 4. 2 - Tabela de classificação de Prioridades para a Manutenção.

#### 4.1.3.4 - Aplicação de Técnicas de resolução de problemas

O departamento de manutenção para a resolução de problemas deve utilizar ferramentas baseadas em estatísticas e gráficos, para além das funcionalidades fornecidas pelo software apresentado, podem recorrer a outros tipos de ferramentas das quais são mais utilizadas pelo departamento da qualidade mas estas são aplicáveis a nível geral de uma empresa, e estas são:

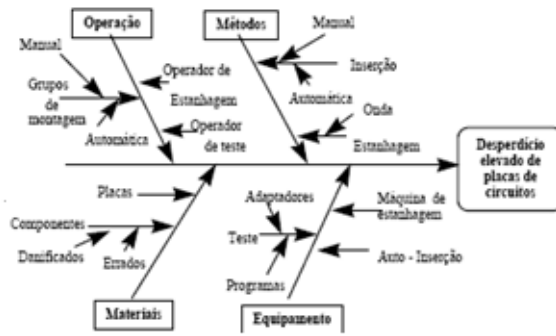
- ✓ Gráfico de fluxos - esta ferramenta consiste na construção de fluxogramas, ou seja uma representação gráfica com os distintos passos de um processo com uma ordem sequencial das acções a desempenhar, abertura e fecho de O.T, passos para uma inspecção do equipamento, para um procedimento de manutenção. Este tipo de ferramenta também explicita as decisões e o tipo de funções envolvidas na realização de uma tarefa.
- ✓ Folha de verificação ou checklists - este tipo de ferramenta é útil pois através desta conseguimos saber “Quantas vezes sucede” uma avaria e “Quando sucede”, para a aplicação destes é necessário definir a pergunta certa para obter a resposta desejada, definir datas ou períodos para a recolha de informação, fazer um registo desses dados num formato preciso e claro e obter os mesmos de forma consciente e honesta.
- ✓ Diagrama de Pareto - permite-nos elaborar um diagrama gráfico do qual ordena as frequências de maior ocorrência para a menor, ou seja aplicamos este método para termos uma fácil visualização dos equipamentos com causas ou problemas mais importantes de forma a possibilitar uma maior concentração de esforços nestes.
- ✓ Diagrama Causa-Efeito ou espinha de peixe - ao aplicar esta ferramenta permite-nos chegar ao à origem do problema, através de um trabalho de grupo, onde durante o brainstorming são discutidas todas as possibilidades da origem do problema de forma a chegar à origem deste e à sua resolução.
- ✓ Gráfico de Tendência ou Run Chart - este tipo de ferramenta pode-se aplicar no nosso modelo de forma a controlar o desempenho, de forma a manter o bom desempenho da equipa de manutenção e eliminar as causas do mau desempenho.
- ✓ Histograma - aplicamos esta ferramenta para controlar, comparar o número de O.T resolvidas semanalmente ou mensalmente de forma a poder-se fazer um balanço médio das acções que se devem efectuar com os equipamentos.
- ✓ Mapas de Gantt - permite modelar as planificações das tarefas necessárias para a manutenção no nosso caso, onde atribuímos os tipos de manutenção a ser efectuadas nos equipamentos com o tempo atribuído para cada acção a ser desempenhada.

Este conjunto de ferramentas são essenciais para a resolução de problemas, coordenação e controlo. Podemos ter uma ideia de como são este tipo de ferramentas através da figura.

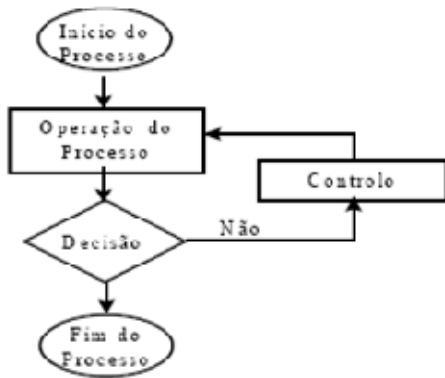
### Folha de Verificação

Defeito	Mês				TOTAL
	6	7	8	9	
Limbo errado					21
Forma errada					9
Peso errado					8
Incompleto					52
Total	27	19	21	23	90

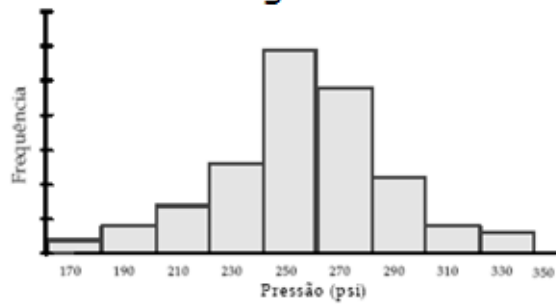
### Diagrama Causa - Efeito



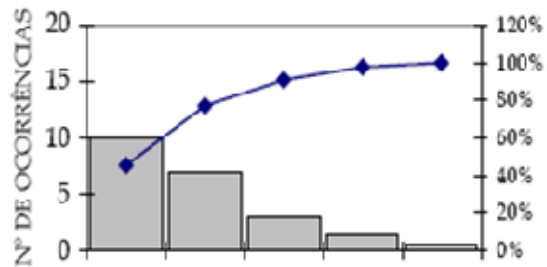
### Grafico de Fluxos



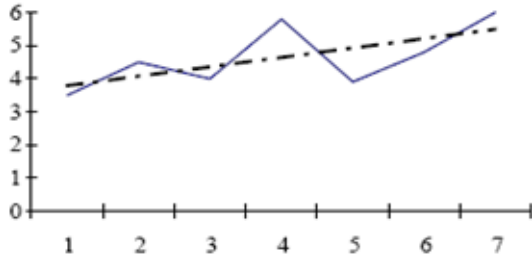
### Histograma



### Pareto



### Grafico de Tendências



### Diagrama de Gantt

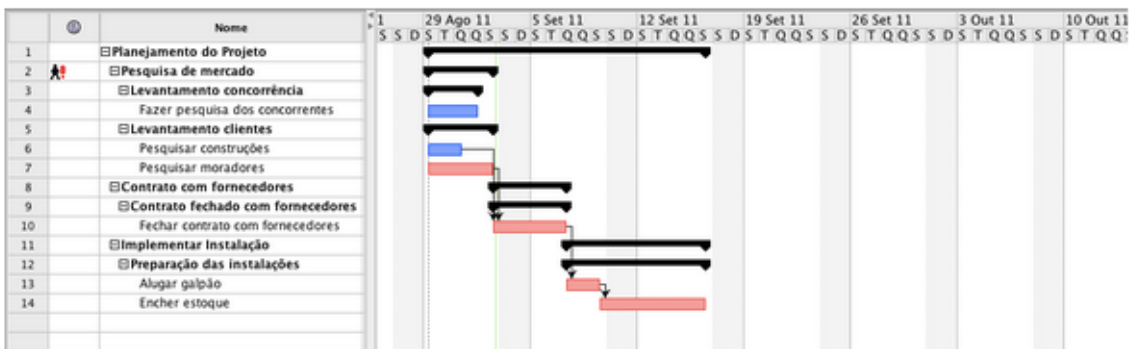


Figura 4. 3 - Ferramentas clássicas utilizadas na resolução de problemas.



#### 4.1.3.5 - Métodos aplicar na manutenção

Para além das ferramentas referidas anteriormente a empresa deve aplicar outros métodos, em conjunto com os reesponsáveis de produção para garantir a disponibilidade pretendida dos equipamentos, essas ferramentas são:

- FMECA (Failure Mode Effect and Criticality Analysis) de forma a identificar as causas que podem estar na origem de possíveis falhas e os seus efeitos, de hierarquizar as falhas através de uma referência e também de forma a executar as acções correctivas de prevenção. Dentro desta ferramenta temos vários FMECA dos quais para esta empresa em estudo podemos aplicar os seguintes:
  - FMECA Produto-Projecto - para validar produtos quando os mesmos se encontram ainda em fase de concepção.
  - FMECA Produto-Processo - para validar a gama de controlo de um produto a fim de que este satisfaça as características definidas pelo gabinete de estudos.
  - FMECA Recurso-Máquina - que se focaliza num recurso de produção a fim de diminuir o número de rejeitados, a taxa de avarias e de aumentar a sua capacidade.

Para implementar este método podemos utilizar o software MAC.

- Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), este trata-se de um método do qual exige um trabalho de grupo, onde todas as causas do problema são partilhadas e as soluções dos problemas devem ter o consentimento total dos intervenientes. Este método depende sempre dos seus participantes, onde estes devem respeitar e cumprir os dez mandamentos KAIZEN:
  - 1) Abandonar as ideias pré-concebidas e pôr em causa o existente.
  - 2) Não explicar porque é impossível, mas sim pensar em como fazer.
  - 3) Realizar o mais rápido possível as propostas de melhoria escolhidas.
  - 4) Não procurar perfeição, mas ganhar 60% imediatamente.
  - 5) Corrigir imediatamente o erro no terreno.
  - 6) Na dificuldade, procurar novas soluções.
  - 7) Pesquisar a causa real, aplicar os “5 porquês?”
  - 8) Procurar as ideias de 10 pessoas em vez de uma só.
  - 9) Experimentar e validar duas vezes em vez de uma.
  - 10) A melhoria é infinita.
- ✓ PLAN = Planear - Esta fase corresponde à pesquisa das causas do problema e a sua hierarquização (Diagrama de Pareto, diagrama de causa-efeito de Ishikawa, brainstorming, histogramas, cartas de controlo, gráfico de tendências, diagramas de dispersão, folhas de verificação).

- ✓ DO = Fazer - Esta fase corresponde à realização das acções do plano de acção (O quê / Quando / Quem?)
- ✓ CHECK = Controlar - Esta fase corresponde à avaliar os resultados (Monitorar, recolher dados, tirar conclusões)
- ✓ ACT = Reagir - Esta fase corresponde ao controlo dos resultados obtidos pela elaboração das novas regras, o seu respeito e a sua vigilância

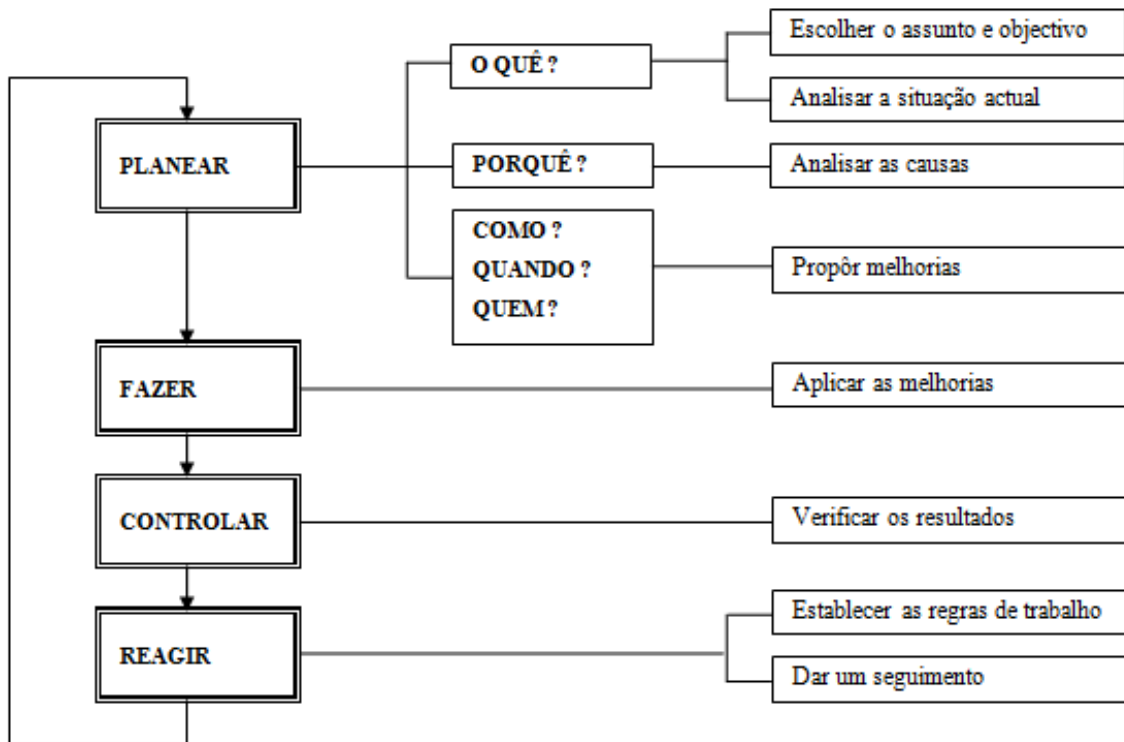


Figura 4. 4 - Etapas do ciclo PDCA.

- 5S's - Para um bom funcionamento no departamento de manutenção deve-se implementar esta metodologia como foi descrita no capítulo 2, que implica atingir o objectivo de mobilizar, motivar e conscientizar a qualidade total, através da organização e da disciplina no local de trabalho. A metodologia possibilita desenvolver um planeamento sistemático, permitindo de imediato maior produtividade, segurança, clima organizacional e motivação dos funcionários, com conseqüente melhoria da competitividade organizacional. Os propósitos da metodologia 5S são de melhorar a eficiência através da destinação adequada de materiais (separar o que é necessário do desnecessário), organização, limpeza, identificação de materiais e espaços e a melhoria da manutenção. Estes são factores de grande importância para uma empresa ser competitiva.

## Capítulo 5

### 5.1 - Conclusões

Sempre que busca redução no custo para se tornar competitiva, a empresa deve ter uma série de objectivos e estratégias. Um deles é dominar o fluxo de informações, conhecendo todos os processos internos da empresa e como eles se interligam. O principal objectivo deste trabalho foi mostrar que para isso acontecer, são necessários investimentos em sistemas que auxiliam no gerenciamento dentro das empresas.

Com a aplicação destas propostas espera-se uma redução significativa do número de avarias, uma redução do custo da manutenção, um registo de todos os equipamentos incluindo os respectivos dados técnicos, um controlo do stock de peças, uma redução de compras de emergência, uma melhoria do nível de conhecimento dos operários da manutenção através de formação específica e conseqüentemente melhor capacidade técnica, uma redução do custo da produção para uma maior competitividade e redução do tempo de paragens dos equipamentos.

É esperado também uma maior capacidade, não só da equipa da manutenção, como também das equipas da produção para que em conjunto e de forma transparente resolvam os problemas relacionados com as falhas e desempenho dos equipamentos, uma vez que ambas as equipas estão interligadas e dependes uma da outra para conseguirem uma redução de custos, tempos de intervenção nos equipamentos de forma atingirem a eficiência pretendida dos equipamentos e a excelência para a empresa na competitividade dos mercados.

Com a correcta implementação destas propostas apresentadas podemos ter garantias que os objectivos iram ser cumpridos e satisfatórios uma vez que estes eram bastante eficazes na empresa onde trabalhei “Kemet Electronics” na qual desempenhava as funções de manutenção. Esta empresa possuía o mesmo sistema de manutenção que a empresa em estudo, só que o departamento de manutenção foi completamente reestruturado com a implementação do software referido, com algumas das ferramentas e metodologias apresentadas neste trabalho, das quais possibilitaram obter resultados muito satisfatórios ao nível da redução dos custos criados pela função da manutenção, do tempo de actuação nas manutenções correctivas, da consulta de manuais e documentos de auxílio para a resolução de avarias, do acesso ao histórico das avarias de cada máquina, dos alertas para a execução da manutenção preventiva e preditiva como os devidos procedimentos a seguir, do acesso aos esquemas eléctricos e mecânicos de todas as máquinas, da gestão de stocks que evitava

claramente a compra de componentes em estado de emergência, abertura e fecho das ordens de trabalho ou serviço.

Para que estes conjuntos de propostas tenham o sucesso esperado na empresa “Sodecia”, é necessário um trabalho de equipa entre todos os departamentos e sectores da empresa, iniciando na gerência da fábrica até ao operário da linha de produção, todos eles influenciam no sucesso da empresa, para isso tem de haver motivação, honestidade, humildade e comunicação, pois o ser humano é o único responsável por criar e levar a empresa a atingir a Excelência nos mercados e nos seus concorrentes mais directos.

## 5.2 - Propostas para Trabalhos Futuros

Para trabalhos futuros fica a sugestão da aplicação da proposta apresentada de forma a comprovar o sucesso e a eficiência da mesma nesta empresa, sugere-se a revisão de todas as propostas apresentadas, de forma a obter-se um conjunto de propostas mais eficientes a serem aplicadas não só nesta empresa metalomecânica mas em mais empresas do mesmo género.

Sugere-se também os seguintes temas:

- Um estudo para a implementação de um modelo TPM;
- Um melhoramento da aplicação da metodologia 5S's, PDCA e FMECA;
- Um estudo de mercado em relação aos softwares que possam ser aplicados na área da manutenção industrial;
- Desenvolvimento de novos indicadores de desempenho, disponibilidade, prioridades, para os equipamentos;
- Implementação de uma manutenção autónoma.
- Um método de cálculo de forma a estimar tempos de intervenção, custos directos e indirectos, recursos necessários para os vários tipos de manutenção e colaboradores necessários para desempenhar as funções pretendidas;
- Podemos também sugerir a implementação dos métodos Six Sigma, Lean Manufacturing.

## Bibliografia

AEP ”[www.aeportugal.pt](http://www.aeportugal.pt)”, “As principais mudanças da ISO 9001/2000”, 2003. Obtido em 12/03/2013

Albuquerque, D. “Programas 5S e 8S: diferenças e aplicações.”, Implementação ISO 9001, Templum Consultoria Online, 2010. “<http://certificacaoiso.com.br/programas-5s-e-8s-diferencas-e-aplicacoes/>”. Obtido em 04/05/2013

Almeida, M.T. “Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade.” Curso de Análise de Vibrações I, Fundação de Pesquisa e Assessoramento à Indústria, 1999, Itajubá, MG. Disponível em: “<http://www.mtaev.com.br>”. Obtido em 19/01/2013

Almeida, M. G. “Pedagogia Empresarial: Saberes, Práticas e Referências.”, Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

Antunes Junior, “J.A.V. Manutenção Produtiva Total.” Uma análise crítica a partir de sua inserção no Sistema de Produção Toyota, 2001. Disponível em : “<http://www.iautomotivo.com/manutencaototal.htm>”. Obtido em 18/03/2013

Assis, R. “Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos”. Lidel, Lisboa, 2010.

Assis, R. “Manutenção Centrada na Fiabilidade”, Lidel - Edições Técnicas, Lisboa, 1997.

Aurélio, “B.H.F. Novo Aurélio: Dicionário da Língua Portuguesa.” Século XXI, 2003. Disponível em : “<http://www.uol.com.br/aurelio>”. Obtido em 03/04/2013

Associação Brasileira de Normas Técnicas. “NBR 5462 - Confiabilidade e manutenibilidade.” Rio de Janeiro, 1994.

Bertsche, B. “Reliability in automotive and mechanical engineering.” Berlim: Springer, 2008.

Branco, Gil Filho. “Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade.” Rio de Janeiro: Abraman, 1996.

Brito M. / Eurisko - “Estudos, Projectos e Consultoria S.A; Manutenção.” Manual Pedagógico PRONACI , Associação Empresarial de Portugal, 2003.

Cabral, J. P. “Gestão da Manutenção de Equipamentos Instalações e Edifícios.” Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, 2009.

Cabral, J. S. “*Organização e Gestão da Manutenção, dos conceitos à prática.*” Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, 1998.

Camara, J. M; Araulo, I. M; Santos, “C. K. S. *Manutenção Elétrica Industrial.*” apostila virtual. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Departamento de Engenharia Elétrica. 2001. Disponível em: [www.caee.ufrn.br/manut/index1.htm](http://www.caee.ufrn.br/manut/index1.htm). Obtido em 05/05/2013

Carlos Cabrita, “*Organização e Gestão da Manutenção Industrial. Aplicação Prática a uma Unidade Fabril de Grande Dimensão.*” Edição dos Autores, Universidade da Beira Interior, 2003.

Carlos Cabrita, Carlos Silva - “*Organização e Gestão da Manutenção Industrial.*” Edição dos Autores, Universidade da Beira Interior, 2002.

Carlos Cabrita, colectânea de trabalhos técnicos publicados na Revista Manutenção, da Associação Portuguesa de Manutenção Industrial, 2006 a 2011.

Carlos Cabrita, “*Manutenção Produtiva Total. Teoria, Métodos, Indicadores de Desempenho.*” Edição do Autor, Universidade da Beira Interior, 2003.

Castella, M. C. “*Análise crítica da área de manutenção em uma empresa brasileira de geração de energia eléctrica.*” Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção), 2001.

Correia Filipe, F. M. “*Gestão e organização da manutenção, de equipamento de conservação e manutenção de infra-estruturas ferroviárias.*” Tese de mestrado em manutenção industrial, 2006. “<http://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/12374/2/Texto%20integral.pdf>”. Obtido em 11/02/2013

Dhillon, S. B. “*Engineering maintenance: a modern approach*”, CRC Press LLC, 2002.

Douglas C. Montgomery, “*Introduction to Statistical Quality Control*”, 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley & Sons, Inc., EUA, 1997.

Farinha, J. T. “*Manutenção- A terologia e as novas ferramentas de gestão.*” Lisboa, 2011.

Ferreira, “A.B.H. Miniaurélio Século XXI Escolar - *O minidicionário da língua portuguesa.*” 2001.

Ferreira, L. A. “*Uma Introdução à Manutenção*”, Publindústria, Porto, 1998

Geraghty, T. “*Obtendo efetividade do custo de Manutenção através da integração das técnicas de monitoramento de condição, RCM e TPM.*” 2000. Disponível em “[www.sqlbrasil.com.br/SQL-RCM2-ttec\\_integraçãombrcrmtmp.html](http://www.sqlbrasil.com.br/SQL-RCM2-ttec_integraçãombrcrmtmp.html)”. Obtido em 11/10/2012

Guimarães, J. E., “*Manutenção*”, Escola Técnica Estadual Republica, 2005.

Hall, J. “*TPM Activities at Motorola SCG America. Semiconductor Manufacturing. Conference Proceedings.*” IEEE International Symposium on. USA, 1997.

Heisler, Randy. “*Planning and scheduling in a lean maintenance environment.*” 2003. Disponível em: “[www.reliabilityweb.com/excerpts/lean\\_planning\\_and\\_scheduling.pdf](http://www.reliabilityweb.com/excerpts/lean_planning_and_scheduling.pdf).” Obtido em 12/10/2012

Heredia Álvaro, J. A. “*La gestión de la fábrica - Modelos para mejorar la competitividad.*” Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2004.

Imai, Masaaki. “*A Estratégia para o Sucesso Competitivo.*” São Paulo: IMAM, 1990.

Jcandido, 2009. Disponível em: “[http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo\\_6.pdf](http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_6.pdf)”. Obtido em 16/11/2012

Kardec, Alan; Flores, Joubert; Seixas, Eduardo. “*Gestão Estratégica e Indicadores de Desempenho.*” Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

Kardec, Alan; Nascif, Júlio; Baroni, Tarcísio. “*Gestão Estratégica e Técnicas Preditivas.*” Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

Kathleen E. McKone, Roger G. Schroeder, Kristy O. Cua, “*Total productive maintenance: a contextual view.*” Journal of Operations Management, 1999.

Lakatos, Eva Maria; Marconi, Maria de Andrade. “*Metodologia do Trabalho Científico.*” São Paulo: Atlas, 2001.

LAPA, R.P. “*Actividades de 5S no Japão.*” Artigo publicado pela Associação Central das Indústrias Japonesas, Japão, 1993.

Lindley R. H. “*Maintenance Engineering Handbook, McGraw-Hill*”, 1995.

Lúis Ferreira, “*A Importância de Atingir Níveis Elevados de Disponibilidade e Segurança em Sistemas Complexos*”, comunicação ao 7º Congresso Nacional de Manutenção, Viseu, Portugal, 2002.

Luís Ferreira e Nuno Silva, “A Importância de Atingir Níveis Elevados de Disponibilidade e Segurança em Sistemas Complexos”, comunicação ao 1º Congresso Mundial de Manutenção, Salvador-Bahia, Brasil, 2002.

McKone, Kathleen E. & Schroeder, Roger G. & Cua, Kristy O., “*Total Productive Maintenance.*” A Contextual View, *Journal Of Operation Management* 17, University of Minnesota, 1999.

Mendonça Dias, J. A. “*Fiabilidade em redes de distribuição de energia eléctrica.*” *Tese de doutoramento em Engenharia Industrial.* Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2002.

Mobley, R. K. “*An introduction to predictive maintenance 2nd ed.*”, Woburn: Butterworth-Heinemann, 2002.

Mirshawka, V. “*Manutenção Preditiva: caminho para zero defeitos.*” Makron McGraw-Hill, 1991.

MRN - *Manual de Certificação 5 S*, Revisão:Abril, 1994.

Monchy, F. “*A Função Manutenção.*” Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo: Durban/EBRAS, 1989.

Moubray, J. “*Reliability centred maintenance. 2 ed.*”, Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.

Naguib H.”*A roadmap for the implementation of total productive maintenance (TPM) in semiconductor manufacturing operations.*” *Proceedings of the International Semiconductor Manufacturing Science Symposium*, 1993.

Nakajima, S. “*Introdução ao TPM.*”, IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

Nakasato, K. “*15º Curso de Formação de Facilitadores TPM.*” Material distribuído no Curso pela IM&C Internacional, São Paulo, 2001.

Nascif, J. “*Manutenção Função Estratégica.*” Qualitymark Editora Ltda, 1999.

Nassar, W.R. “*Manutenção de máquinas e equipamentos*” Universidade Santa Cecília, 2000.

Navarro, J.D. “*Análisis de averías. Diagnóstico Técnico y Mantenimiento Predictvo - Gestión de activos.*” 1999.



Norma Portuguesa NP EN 13306, Terminologia da Manutenção”. Instituto Português da Qualidade, Setembro de 2007.

Pereira, D. M., “*Manutenção Industrial*”, E.T.E.R - Mecânica, 2004.

Pereira, F. D. “*Organização e Manutenção em Complexos Industriais.*”, Mestrado em Engenharia Mecânica, IST, Lisboa, 1988.

Pinto, C. V. “*Organização e Gestão da Manutenção*”. Monitor, Lisboa, 2002.

Pinto, C. V. “*Organização e Gestão da Manutenção*”, Monitor, 1ª Edição, Portugal, 1999.

Pinto, J. “*Organização e Gestão da Manutenção*”, 1ª Edição, Cenertec, Portugal, 1994.

Pinto, Alan K., Xavier, Júlio A. N. “*Manutenção Função Estratégica.*” Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2001.

Ribeiro, H. “*5S : Um Roteiro para uma Implantação bem sucedida.*”, Casa da Qualidade Editora, Salvador, BA, 1994.

Rui Canuto, José Mendes e Filipe Pereira, “Factores que Influenciam a Disponibilidade dos Equipamentos e das Instalações”, comunicação ao 7º Congresso Nacional de Manutenção, Viseu, Portugal, 2002.

S.A.E. “*Reliability and Maintainability Guideline for Manufacturing Machinery and Equipment.*” Michigan: National Center for Manufacturing Sciences, Inc., 1993.

Slack, Nigel et. Al., “*Administração da produção*”. São Paulo, Atlas, 1997.

Shirose, K. “*TPM para mandos intermédios de fábrica.*” Madrid: Productivity Press. 1994.

Simonetti, M. J., Souza, A. L., Leandro, C. R., Trabachini, A., & Ell, S. M. “*A manutenção centrada na confiabilidade*” Uma prática contemporânea, 2010.

“[http://www.revistasapere.inf.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=7:sapere-2-2&catid=7:edicoes&Itemid=8](http://www.revistasapere.inf.br/index.php?option=com_content&view=article&id=7:sapere-2-2&catid=7:edicoes&Itemid=8).” Obtido em 10/01/2013

Siqueira, I. P. “*Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implantação.*” Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

Souris, J. P. “*Mantenimiento: Fuente de beneficios.*”, Madrid: Ediciones Diaz de Santos, 1992.

Takahashi, Y ; Osada, T. “*Manutenção Produtiva Total. 2.ed*”, Instituto IMAN, 1993.

Tavares, L. A. “*Administração Moderna da Manutenção.*” 1999.  
“[http://www.mantenimentomundial.com/sites/Libro/lourival/default.asp?lang=POR.](http://www.mantenimentomundial.com/sites/Libro/lourival/default.asp?lang=POR)”  
Obtido em 10/11/2012

Torres, L. D. “*Mantenimiento su implementación y gestión.*”, 2005.  
“[http://www.mantenimentomundial.com/sites/Libro/torres/default.asp?lang=ESP.](http://www.mantenimentomundial.com/sites/Libro/torres/default.asp?lang=ESP)” Obtido  
em 21/11/2012

Venkatesh, J. “*An introduction to Total Productive Maintenance (TPM).*”, Plant Maintenance  
Resource Center, 2007 “[http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm\\_intro.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml)”  
Obtido em 17/05/2013

Wireman, T. “*Preventive Maintenance.*” Industrial Press, New York, USA, 2007.

Wireman, T. “*Total Productive Maintenance*”. Industrial Press, New York, USA, 2004.

Xenos, H. G. “*Gerenciando a Manutenção Produtiva - O caminho para eliminar falhas nos  
equipamentos e aumentar a produtividade.*” - Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda,  
1998.

# ANEXOS



## Anexo A

### ➤ Indicadores de Manutenção

$$\text{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100\%$$

$$\text{Rácio de Subcontratação} = \frac{\text{Valor gasto em subcontratação}}{\text{Custo total da manutenção}}$$

$$\text{Rácio de manutenção preventiva} = \frac{\text{Total horas paragem manutenção preventiva}}{\text{Total horas paragem de qualquer tipo de manutenção}}$$

$$\text{Rácio de trabalho extraordinário} = \frac{\text{Custo Total horas extraordinárias da manutenção}}{\text{Custo Total do pessoal da manutenção}}$$

$$\text{Rácio Manutenção/Produção} = \frac{\text{Custo Total Manutenção}}{\text{Volume Produção}}$$

$$\text{Rácio Custo da Manutenção} = \frac{\text{Valor do Custo Total Manutenção}}{\text{Valor Total Vendas}}$$

$$\text{Rácio Segurança} = \frac{\text{Nº horas perdidas por acidentes de trabalho}}{\text{Nº total horas disponiveis da manutenção}}$$

➤ Diagrama de Decisão da RCM

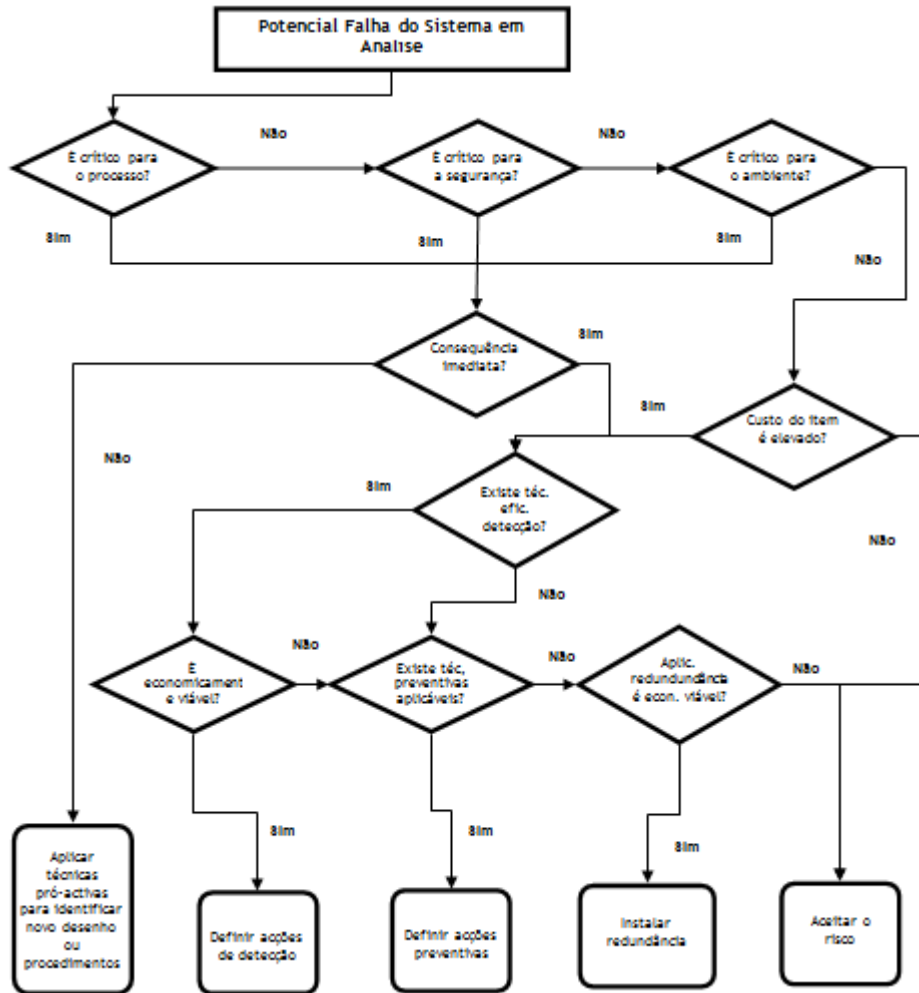


Figura A. 1 - Fluxograma de decisão do RCM.

# Anexo B

## ➤ Manutenção de Infra-Estruturas

ATIVIDADE	RESP	PERÍODO	PUNTO DE INSPEÇÃO	DOC	MES CORRENTE: Janeiro-13												Próximas Intervenções (3 - 6 - 9)																							
					Mês Corrente												Mês Corrente																							
					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					
<b>1. Rede-Gás Natural</b>																																								
1.1. Audição a rede gás natural																																								
1.2. Limpeza de PROT. Para Redução Injeção																																								
1.3. Galeria Consumo gás temperatura/pressão																																								
<b>2. 1ª Etapa de Transformação</b>																																								
2.1. Medição de Passagem à Terra																																								
2.2. Limpeza das Áreas PT																																								
2.3. Limpeza de Consumo Oleo																																								
2.4. Verificação das Luvas e do Furo																																								
<b>3. Rede Água</b>																																								
3.1. Verificação do estado da caixa e do contêiner de Água																																								
3.2. Limpeza de Consumo Oleo																																								
<b>4. Rede Ar Comprimido</b>																																								
4.1. Limpeza das compressores																																								
4.2. Sugador Pálp Compressores / Secadores																																								
4.3. Verificar e Reparar Fugas Ar Rede																																								
<b>5. Rede-Gás Propano</b>																																								
5.1. Verificação das Rampos-Gás Propano																																								
5.2. Verificação dos Redutores de Gás																																								
<b>6. Teliado</b>																																								
6.1. Limpeza das Colunas e Tubagens																																								
6.2. Limpeza das Chapas de Águas Resacas																																								
6.3. Aplicação de Teste/Secos nas Chaminés																																								
<b>7. Iluminação</b>																																								
7.1. Limpeza das Lâmpadas																																								
7.2. Verificação do estado das lâmpadas / Substituição																																								
<b>8. Edifício</b>																																								
8.1. Verificação geral de estado (paredes, portas, vidros, )																																								
8.2. Verificação do estado do chão																																								
8.3. Verificação da pintura na parede (fazer pintura e extermos)																																								
8.4. Manutenção de limpeza e conservação dos ambientes																																								
8.5. Manutenção de conservação dos equipamentos																																								

Figura B. 1 - Cronograma de Manutenção de Infra-estruturas.

## ➤ Planos de Manutenção Correctiva

**SODECIA** 846

				BALC0120	BALC0170	BALC0030	BALC0045	BALC0065	BRUD0060	CRSP0001	CRSP0002	LEWS0001	BRIC0001	BRIC0002	CSCC0001	CSRI0001	
				BALANCE	BALANCE	BALANCE	BALANCE	BALANCE	BALANCE	BANCADA	BANCADA	BANCADA	BANCADA	BANCADA	CÉLULA S	CÉLULA S	
				Inactivo	Activo	Activo	Inactivo	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo	Inactivo	Activo	
				S/A	893,3 hr	893,3 hr	S/A	893,3 hr	1040,0 hr	1040,0 hr	2080,0 hr	1040,0 hr	2080,0 hr	2080,0 hr	S/A	2080,0 hr	
Tempo Medio sem Avarias				2972 hr													
Sem	D	M	Data	Nº Intervenções													
#NOME?				1	4	3		5	3							1	
1	Dom	Jan	01-Jan-12														
1	Seg	Jan	02-Jan-12														
1	Ter	Jan	03-Jan-12														
1	Qua	Jan	04-Jan-12			1		1		1		1		1		1	
1	Qui	Jan	05-Jan-12														
1	Sex	Jan	06-Jan-12														
1	Sáb	Jan	07-Jan-12														
2	Dom	Jan	08-Jan-12														
2	Seg	Jan	09-Jan-12														
2	Ter	Jan	10-Jan-12														
2	Qua	Jan	11-Jan-12														
2	Qui	Jan	12-Jan-12														
2	Sex	Jan	13-Jan-12														
2	Sáb	Jan	14-Jan-12														
3	Dom	Jan	15-Jan-12														
3	Seg	Jan	16-Jan-12														
3	Ter	Jan	17-Jan-12														
3	Qua	Jan	18-Jan-12														
3	Qui	Jan	19-Jan-12														
3	Sex	Jan	20-Jan-12														
3	Sáb	Jan	21-Jan-12														
4	Dom	Jan	22-Jan-12														
4	Seg	Jan	23-Jan-12														
4	Ter	Jan	24-Jan-12														
4	Qua	Jan	25-Jan-12														
4	Qui	Jan	26-Jan-12														
4	Sex	Jan	27-Jan-12														
4	Sáb	Jan	28-Jan-12														
5	Dom	Jan	29-Jan-12														
5	Seg	Jan	30-Jan-12														
5	Ter	Jan	31-Jan-12														

Figura B. 2 - Registo de Ocorrências Correctivas.

## ➤ Tempos da Manutenção Correctiva

**SODECIA**

				BALC0120	BALC0170	BALC0030	BALC0045	BALC0065	BRUD0060	CRSP0001	CRSP0002	LEWS0001	BRIC0001	BRIC0002	CSCC0001	CSRI0001	
				BALANCE	BALANCE	BALANCE	BALANCE	BALANCE	BALANCE	BANCADA	BANCADA	BANCADA	BANCADA	BANCADA	CÉLULA S	CÉLULA S	
				Inactivo	Activo	Activo	Inactivo	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo	Inactivo	Activo	
				S/A	0:10:00		S/A	2:48:20	8:25:00					0:25:00	S/A	0:25:00	
Tempo Medio intervenção				0:46:05													
Sem	D	M	Data	Tempo													
1	Dom	Jan	01-Jan-12														
1	Seg	Jan	02-Jan-12														
1	Ter	Jan	03-Jan-12														
1	Qua	Jan	04-Jan-12														
1	Qui	Jan	05-Jan-12														
1	Sex	Jan	06-Jan-12														
1	Sáb	Jan	07-Jan-12														
2	Dom	Jan	08-Jan-12														
2	Seg	Jan	09-Jan-12														
2	Ter	Jan	10-Jan-12														
2	Qua	Jan	11-Jan-12														
2	Qui	Jan	12-Jan-12														
2	Sex	Jan	13-Jan-12														
2	Sáb	Jan	14-Jan-12														
3	Dom	Jan	15-Jan-12														
3	Seg	Jan	16-Jan-12														
3	Ter	Jan	17-Jan-12														
3	Qua	Jan	18-Jan-12														
3	Qui	Jan	19-Jan-12														
3	Sex	Jan	20-Jan-12														
3	Sáb	Jan	21-Jan-12														
4	Dom	Jan	22-Jan-12														
4	Seg	Jan	23-Jan-12														
4	Ter	Jan	24-Jan-12														
4	Qua	Jan	25-Jan-12														
4	Qui	Jan	26-Jan-12														
4	Sex	Jan	27-Jan-12														
4	Sáb	Jan	28-Jan-12														
5	Dom	Jan	29-Jan-12														
5	Seg	Jan	30-Jan-12														
5	Ter	Jan	31-Jan-12														

Figura B. 3 - Registo dos Tempos da Manutenção Correctiva.



➤ Descrição dos Planos de Manutenção

SODECIA			
Número Plano	Descrição do Plano de Manutenção	Número Plano	Descrição do Plano de Manutenção
1	PLANO DIARIO PRENSA 1 ARISA 250	252	PLANO BI ANUAL PRENSA HIDRAULICA WRAP SMART
2	PLANO SEMANAL PRENSA 1 ARISA 250	253	PLANO DIARIO LINHA EMBALAGEM SMART
4	PLANO MENSAL PRENSA 1 ARISA 250	254	PLANO SEMANAL LINHA EMBALAGEM SMART
6	PLANO ANUAL PRENSA 1 ARISA 250	255	PLANO MENSAL LINHA EMBALAGEM SMART
8	PLANO DIARIO PRENSA 2 ARISA 250 TON	256	PLANO BI ANUAL LINHA EMBALAGEM SMART
9	PLANO SEMANAL PRENSA 2 ARISA 250 TON	257	PLANO DIARIO CRAVAÇÃO DIN SLEEVE
10	PLANO MENSAL PRENSA 2 ARISA 250 TON	259	PLANO MENSAL CRAVAÇÃO DIN SLEEVE
11	PLANO ANUAL PRENSA 2 ARISA 250 TON	261	PLANO DIARIO POSTO DE CRAVAÇÃO MOLAS SPRING CLIPS
12	PLANO DIARIO PRENSA 3 ARISA 250 TON	262	PLANO MENSAL POSTO DE CRAVAÇÃO MOLAS SPRING CLIPS
13	PLANO SEMANAL PRENSA 3 ARISA 250 TON	263	PLANO ANUAL POSTO DE CRAVAÇÃO MOLAS SPRING CLIPS
14	PLANO MENSAL PRENSA 3 ARISA 250 TON	264	PLANO DIARIO MÁQUINA DE ROSCAR ROMAINÉ
15	PLANO ANUAL PRENSA 3 ARISA 250 TON	265	PLANO TRIMESTRAL MÁQUINA DE ROSCAR ROMAINÉ
16	PLANO DIARIO PRENSA 630 TON	266	PLANO MENSAL MÁQUINA DE ROSCAR ROMAINÉ
17	PLANO SEMANAL PRENSA 630 TON	267	PLANO BI ANUAL MÁQUINA DE ROSCAR ROMAINÉ
18	PLANO MENSAL PRENSA 630 TON	268	PLANO DIARIO SECADOR POLIMENTO
19	PLANO ANUAL PRENSA 630 TON	270	PLANO MENSAL SECADOR POLIMENTO
20	PLANO DIARIO BALANCÉ 170 TON	272	PLANO DIARIO MÁQUINA DE FURAR DA ISRI
22	PLANO BI MENSAL BALANCÉ 170 TON	275	PLANO MENSAL MÁQUINA DE FURAR DA ISRI
23	PLANO ANUAL BALANCÉ 170 TON	278	PLANO DIARIO DE EQUIPAMENTO DE CONTROLE MAGNA
24	PLANO DIARIO BALANCÉ 65 TON	279	PLANO BI ANUAL DE EQUIPAMENTO DE CONTROLE MAGNA
26	PLANO BI MENSAL BALANCÉ 65 TON	281	PLANO MENSAL DE EQUIPAMENTO DE CONTROLE MAGNA
27	PLANO ANUAL BALANCÉ 65 TON	283	PLANO ANUAL DE EQUIPAMENTO DE CONTROLE MAGNA

Figura B. 4 - Planos de Manutenção.

➤ Planos de manutenção Preventiva

SODECIA		PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA										PMP-66-C	
		RECTIFICADORA JONES SHIPMAN										Pag. 1 / 1	
OP.	INTERVALO OP.				NÍVEL			N.º OP ID4	DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	TEMPO PREVISTO	EXECUT.		
	D	S	M	A	1	2	3						
a	1				⊗			2	VERIFICAR FUNCIONAMENTO DAS BOTONEIRAS DE EMERGÊNCIA	00:02	Operador		
b	1				⊗			276	VERIFICAR AS BOTONEIRAS DE COMANDO	00:02	Operador		
c		1			⊗			400	LIMPEZA GERAL DO EQUIPAMENTO	00:10	Operador		
d			1		⊗			475	VERIFICAR DEPÓSITO DE LAMA, LIMPAR SE NECESSÁRIO	00:05	Operador		
e				1	⊗			476	VERIFICAR NÍVEL DE ÓLEO DE LUBRIFICAÇÃO DAS GUIAS TRANSVERSAIS, ACRESCENTAR SE NEC	00:05	Operador		
f				1	⊗			477	EQUILIBRAR E RECTIFICAR A MÔ	00:10	Operador		
g				1	⊗			478	VERIFICAR NÍVEL DE ÓLEO HIDRÁULICO	00:02	Operador		
h					⊗		2	479	LIMPEZA DO RESERVATÓRIO DE ÓLEO REFRIGERANTE	00:10	Operador		
i				1	⊗			9	VERIFICAR FUGAS DE ÓLEO	00:05	Manutenção		
j				1	⊗			472	VERIFICAR ESTADO DE MANGUEIRAS E SUBSTITUIR SE NECESSÁRIO	00:02	Manutenção		
k				1	⊗			474	VERIFICAR BRAÇADEIRAS DE FIXAÇÃO DAS MANGUEIRAS	00:02	Manutenção		
l				1	⊗			480	SUBSTITUIR ÓLEO HIDRÁULICO	00:20	Manutenção		
m				1	⊗			481	VERIFICAR PARALELISMO DA MESA, RECTIFICAR SE NECESSÁRIO	00:20	Manutenção		
n													
o													
p													
q													
r													
t													
u													
v													

Página 1

EQUIPAMENTOS		CRONOGRAMA ANUAL DE MANUTENÇÃO																							Análise Crítica	
RECTIFICADORA JONES SHIPMAN - REJS0001		SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
ACÇÃO		de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	
EXECUÇÃO 1º NÍVEL																										
MATERIAL DE DESGASTE RÁPIDO: NÃO APLICÁVEL		SEMANAS	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
ACÇÃO		de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	de	
EXECUÇÃO 1º NÍVEL																										
SEMANAS		47	48	49	50	51	52																			
ACÇÃO		de	de	de	de	de	de																			
EXECUÇÃO 1º NÍVEL																										

• Acções Diárias de 1º Nível registadas no Registos de Actividades Diárias.  
 • Registos de Manutenção Preventiva de 2º Nível no ID4.

ELABOROU: \_\_\_\_\_ APROVOU: \_\_\_\_\_ DATA DE REVISÃO: 11-Jun-12 COPIAS: Produção

Figura B. 5 - Plano de Manutenção Preventiva.

➤ Registos da manutenção Preventiva

<b>SODECIA</b>	<b>REGISTO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE EQUIPAMENTOS</b>			N.º: <b>52 / 2013</b>											
				(Semana)          (Ano)											
<b>IDENTIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO</b>															
<b>Designação :</b> <b>TAPETE DE SUCATA GERAL</b>															
<b>Código:</b> <b>TSGE0001</b>		<b>Nº Plano de Manutenção Preventiva:</b>		<b>PMP58</b>											
<b>IDENTIFICAÇÃO DO EXECUTANTE DA MANUTENÇÃO</b>															
<b>Nome:</b> <u>DAVIDE ALVES</u>		<b>Num:</b> <u>521</u>		<b>Data:</b> _____											
<b>TIPO DE SERVIÇO EXECUTADO</b>															
<input type="checkbox"/> Verificação Estado do Equipamento	<input type="checkbox"/> Verificação de Fugas Óleo	<input type="checkbox"/> Lubrificação de Pontos Manuais													
<input type="checkbox"/> Verificação Sistemas Segurança	<input type="checkbox"/> Verificação de Fugas Ar	<input type="checkbox"/> Verificação de Poka-Yokas													
<input type="checkbox"/> Verificação Comandos	<input type="checkbox"/> Verificação de Fugas Água	<input type="checkbox"/> Verificação e limpeza do Quadro Electrico													
<input type="checkbox"/> Verificação de Filtros de Óleo e Ar	<input type="checkbox"/> Verificação do Motor e Correias														
<input type="checkbox"/> Verificação do Ventilador	<input type="checkbox"/> Verificação de Apertos	<input type="checkbox"/> Verificação de Cabos de Aço													
<input type="checkbox"/> Verificação de Queimadores	<input type="checkbox"/> Verificação de Guias / Posicionadores	_____													
<input type="checkbox"/> Verificação de Níveis Óleo	<input type="checkbox"/> Verificação de Sensores	_____													
<input type="checkbox"/> Verificação Cabos Eléctricos	<input type="checkbox"/> Verificação da Iluminação de Apoio	_____													
Marcar com um X a(s) tarefa(s) executadas															
<b>OBSERVAÇÕES</b>															
_____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____															
<b>MATERIAL UTILIZADO</b>															
<b>DESCRIÇÃO</b>				<b>QUANTIDADE</b>											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">DATA</th> <th style="width: 15%;">HORA INÍCIO</th> <th style="width: 15%;">HORA FIM</th> <th style="width: 15%;">TEMPO TOTAL</th> <th style="width: 40%;">RÚBRICA DO EXECUTANTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">/ /</td> <td style="text-align: center;">:</td> <td style="text-align: center;">:</td> <td style="text-align: center;">:</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>						DATA	HORA INÍCIO	HORA FIM	TEMPO TOTAL	RÚBRICA DO EXECUTANTE	/ /	:	:	:	
DATA	HORA INÍCIO	HORA FIM	TEMPO TOTAL	RÚBRICA DO EXECUTANTE											
/ /	:	:	:												
<b>AUTENTICAÇÃO DA EXECUÇÃO DO TRABALHO</b>															
<b>CHEFE DE EQUIPA MANUTENÇÃO</b>		<b>DATA</b>		<b>SUPERVISOR MANUTENÇÃO</b>											
		/ /													
<small>Mod.MN.005.01</small>															

Figura B. 6 - Registo do Plano de Manutenção.

➤ Planos de manutenção Preditiva

SODECIA		PLANO DE MANUTENÇÃO PREDITIVA												PMPRD-01-A	
PRENSA ARISA 250 Ton. - Prensa 1														Pag. 1 / 1	
OP. MC	INTERVALO OP.				NÍVEL			DESCRIÇÃO DAS OPERAÇÕES	TEMPO		EXECUT. SERVIÇO				
	D	S	M	A	1	2	3		PREVISTO						
a				1				⊗	Analisar óleo hidráulico			Fornecedor óleo			
b				1				⊗	Análise termográfica ao motor principal			Manutenção			
c				1				⊗	Análise termográfica ao Quadro Eléctrico						
d															
e															
f															
g															
h															
i															
j															
k															
l															
m															
n															
o															
p															
q															
r															
s															
t															
v															

Página 1

EQUIPAMENTOS		CRONOGRAMA ANUAL DE MANUTENÇÃO																							Análise Crítica		
PRENSA 250 T - PRAR2501		SEMANAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
		ACÇÃO																								a	
		EXECUÇÃO																									
		SEMANAS	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46		
		ACÇÃO															b										
		EXECUÇÃO																									
		SEMANAS	47	48	49	50	51	52																			
		ACÇÃO																									
		EXECUÇÃO																									

ELABOROU: \_\_\_\_\_ APROVOU: \_\_\_\_\_ DATA DE REVISÃO: \_\_\_\_\_ COPIAS: 06

Figura B. 7 - Plano de Manutenção Preditiva.



➤ **Indicadores de manutenção**

- ✓ Indicadores de intervenção vs tempo

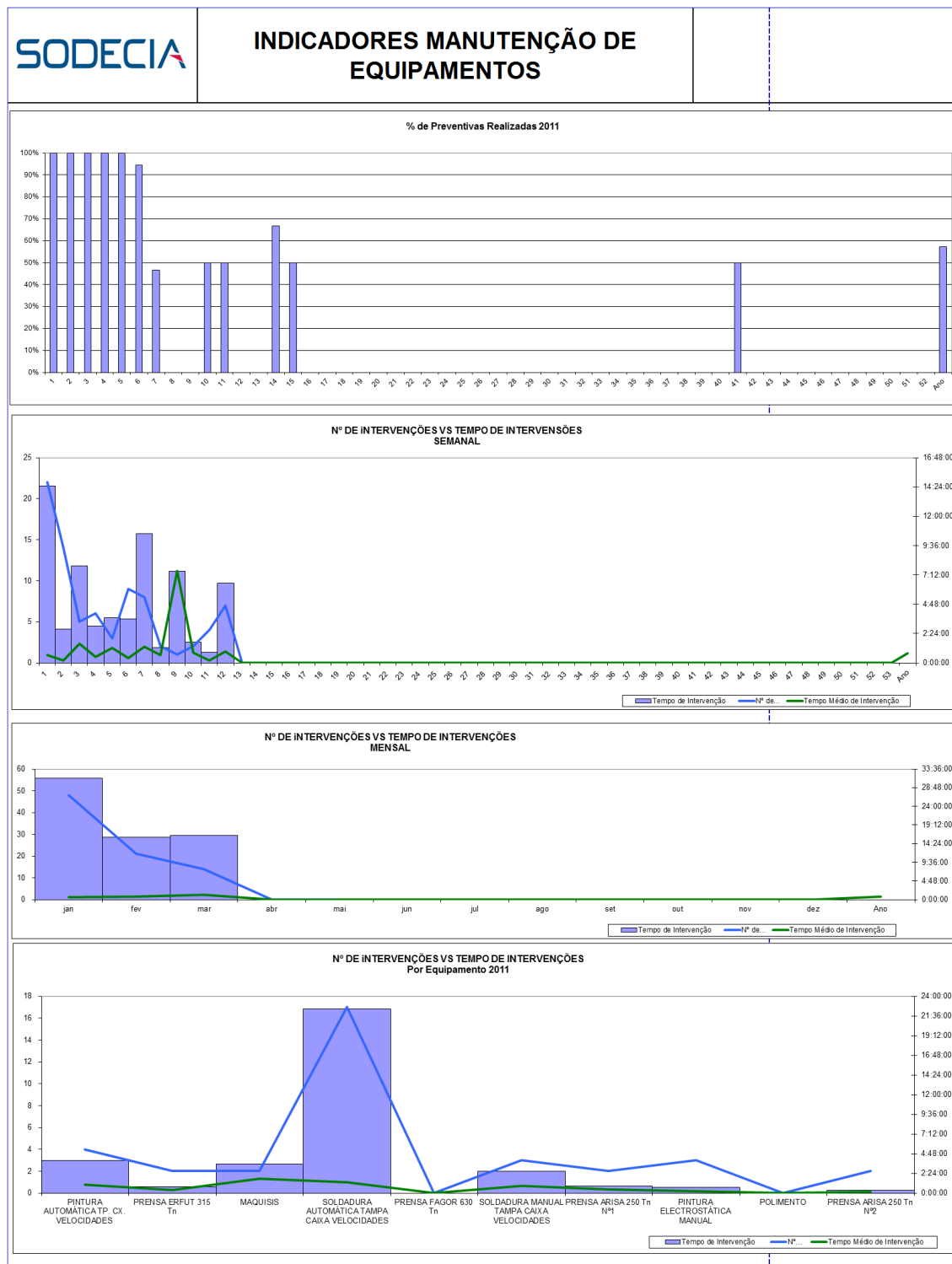


Figura B. 10 - Indicadores de Intervenções vs Tempos.

- ✓ Indicadores Tempo de Falha (MTBF e MTTR)

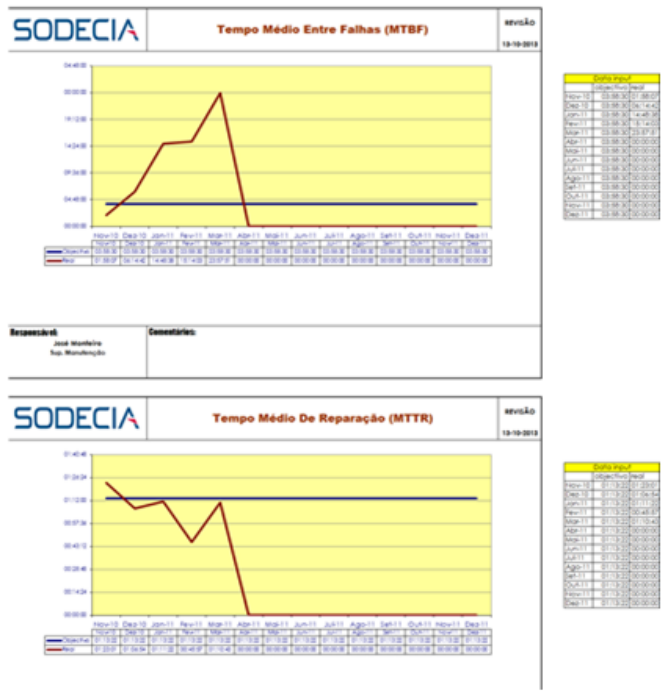


Figura B. 11 - Indicadores de Tempo de Falha.

✓ Indicadores de Disponibilidade



Figura B. 12 - Indicadores de Disponibilidade.

➤ Gestão de Stocks


						
LISTA SUPLENTES EQUIPAMENTO CHAVE/CRITICO						
Designação	Referência fornecedor	Prazo Entrega (Dias)	Fornecedor	Qtd peças utilizadas por máquina	Stock	Stock Mínimo
<b>Prensa 630</b>						
Cardan ligação encoder	CP0M3DDV50	1	Oxibeiras	1	1	1
Micro-switch	ZCK D21	1	RS Amidata	1	1	1
<b>Compressor</b>						
Separador GA30		1	Atlas Copco	1	1	1
Filtro Oleo GA30		1	Atlas Copco	1	1	1
Kit Vedantes GA30		1	Atlas Copco	1	1	1
Oleo GA45		1	Atlas Copco	15	15L	5
Filtro Oleo Ga45		1	Atlas Copco	1	1	1
Kit Vedantes GaA45		1	Atlas Copco	1	1	1
<b>Linha da Lavagem</b>						
Motor Eléctrico		2	LFBL	1	1	1
Queimador		2	Maclife	3	1	1
Programador Queimadores	LFL1.335	2	Maclife	3	3	1
<b>Prensa 1, 2, 3</b>						
Motor eléctrico		1	Universal Motors	1	1	1
Micro-switch	ZCK D15	1	RS Amidata	2	2	1
Filtro	307511	1	Gustavo Cudell	2	4	1
Pilz	PST2 110VAC 2S	5	RCS	1	1	1
Contactores		0	Cabotrox	2	3	1
Botões	0893 38	0	Multitensão	5	7	1
Módulo Comando	XP5BC3410	2	Arisa	1	1	1
Fusíveis	3NE822-1	0	Cabotrox	3	15	3
Fusíveis	VEE06336-201	0	Cabotrox	3	6	3
Fusíveis	14040	0	Cabotrox	3	10	3
Fusíveis	14050	0	Cabotrox	3	10	3
Fusíveis	14320	0	Cabotrox	3	10	3
Pilz P2HZ6	P2HZ6 24VAC 2S 1	2	RCS	1	1	1
Pilz P2HZ X1	P2HZX1 110VAC 3n/0 1n/c	2	RCS	1	1	1
<b>Pintura Geral</b>						
Programador Queimadores		1	Maclife	5	3	1
Motor eléctrico bomba pequena		0,5	Universal Motors	1	2	1
Contactores	LADN22	1	Multitensão	3	8	2
Fusíveis	75660	0	Cabotrox	3	10	3
Fusíveis	63.210	0	Cabotrox	3	10	3
Fusíveis	75661	0	Cabotrox	3	10	3
Fusíveis	NFC63-213	0	Cabotrox	3	14	3
Fusíveis	10-130 20-20 A	0	Cabotrox	1	2	1
<b>Linha Tampa da Caixa</b>						
Tapete para transportador		3	Sacnor	1	1	1
Programador Queimadores	LGB21	1	Maclife	1	1	1
<b>Ponte rolante</b>						
Contactores	2701003	1	Cabotrox	1	2	1
Contactador	CL04AB00MG	1	Cabotrox	1	1	1
Interruptor fim de curso	TER Serie 7000 -	1	Teqopi	1	1	1

Figura B. 13 - Gestão de Stocks.

# Anexo C

## ➤ Interface do software

- ✓ Equipamentos

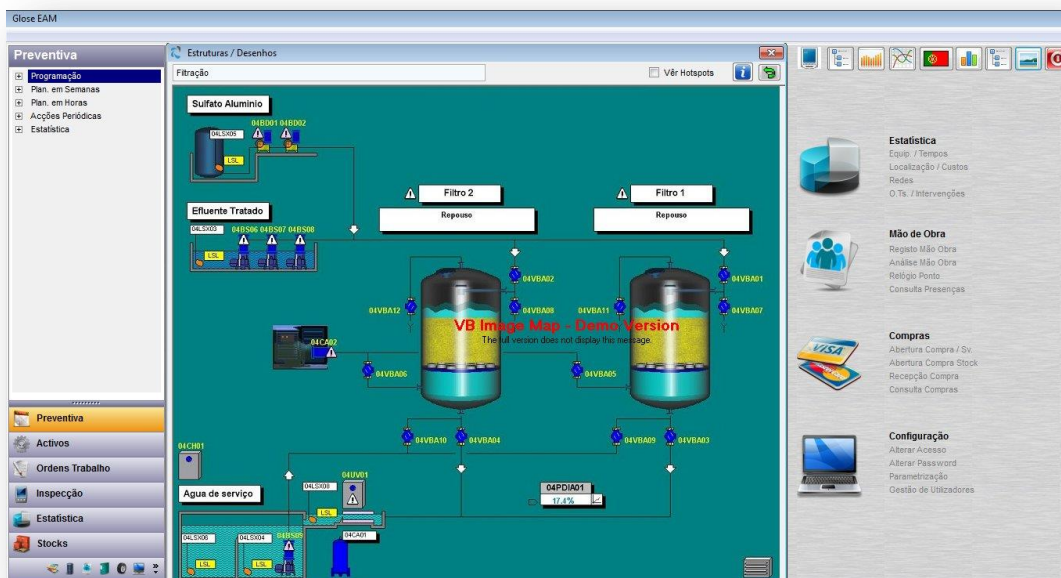
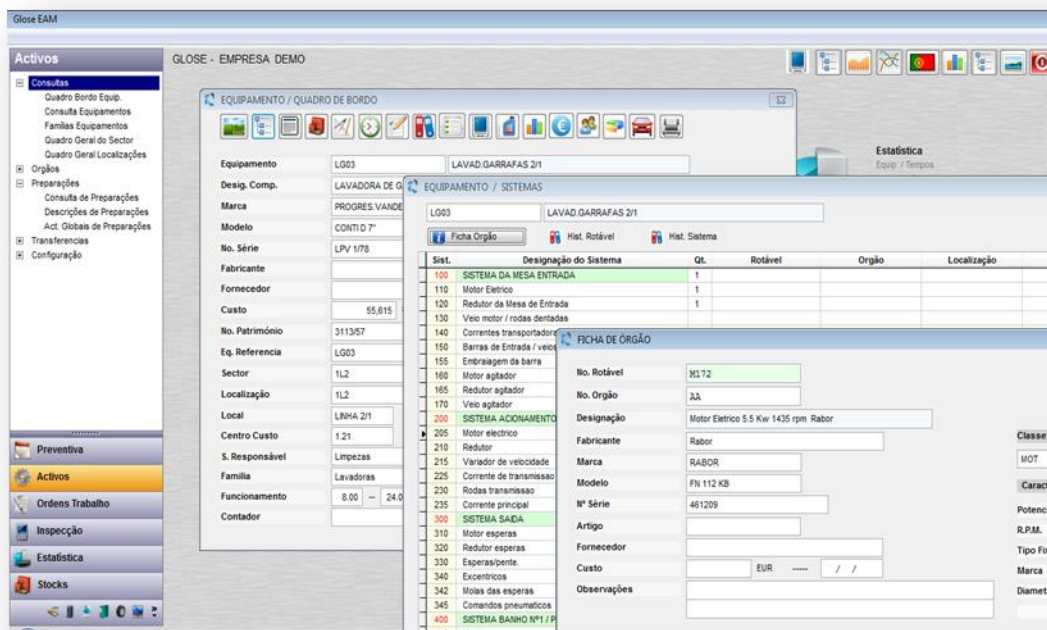


Figura C. 1 - Interface dos Equipamentos.

- ✓ Gestão de Ordens de Trabalho



Aplicabilidade de um modelo de Manutenção Industrial de uma Empresa Metalomecânica “SODECIA”

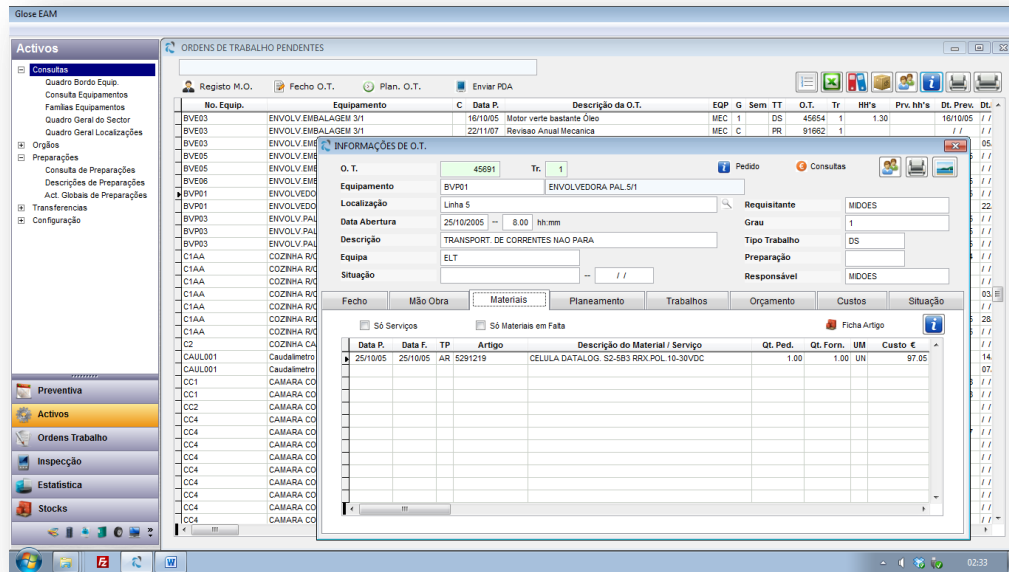


Figura C. 2 - Interface da Gestão de Ordens de Trabalho (O.T).

✓ Lubrificação

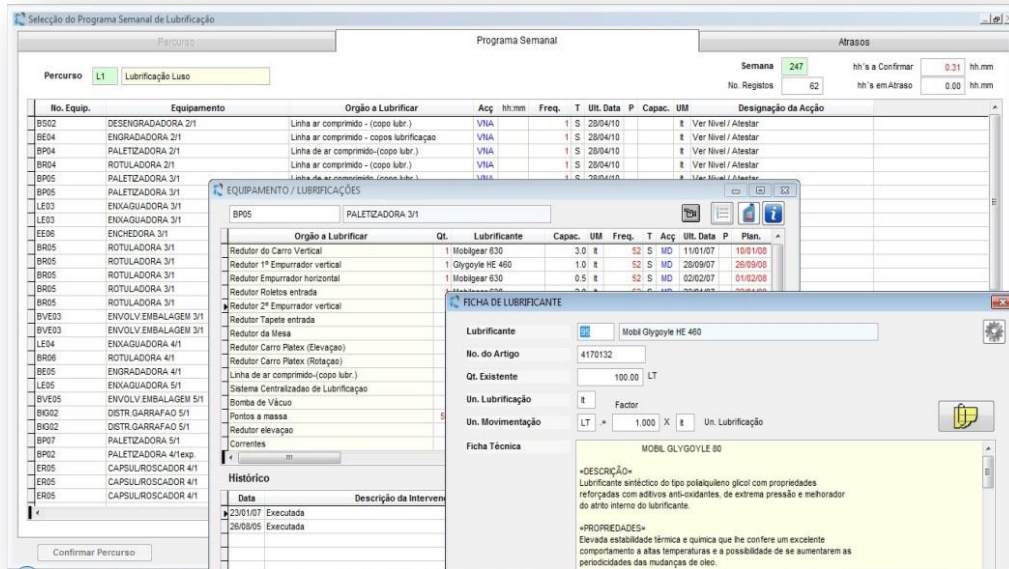


Figura C. 3 - Interface da Gestão da Lubrificação.

✓ Preventiva Sistemática

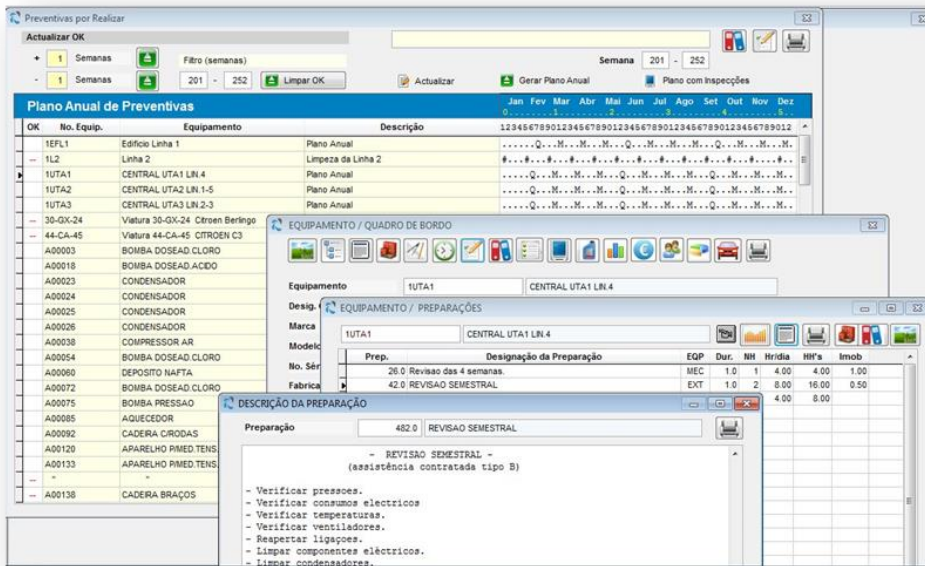


Figura C. 4 - Interface da Manutenção Preventiva Sistemática.

✓ Manutenção Condicionada, Inspeções

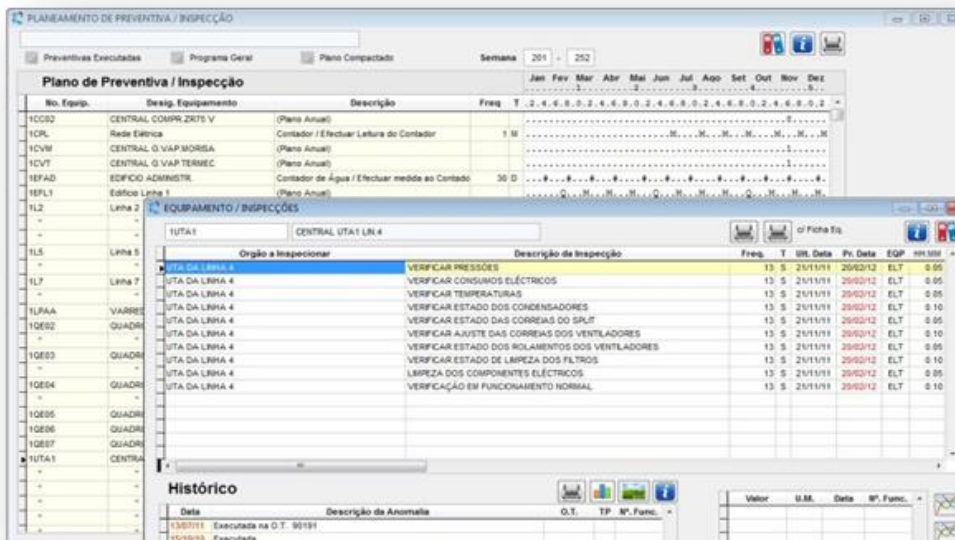


Figura C. 5 - Interface da Manutenção Condicionada e inspeções.

✓ Stocks e Compras

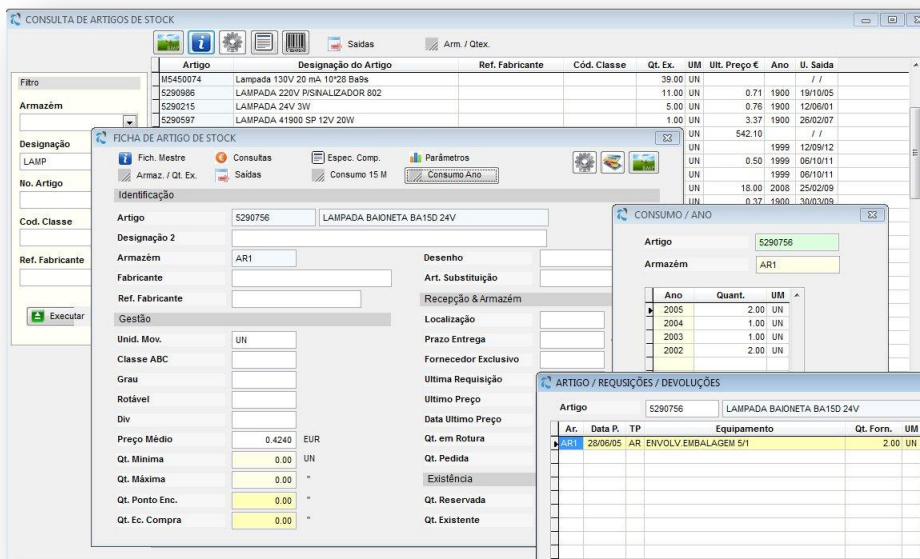


Figura C. 6 - Interface dos Stocks e Compras.

✓ Redes e Estruturas de Manutenção

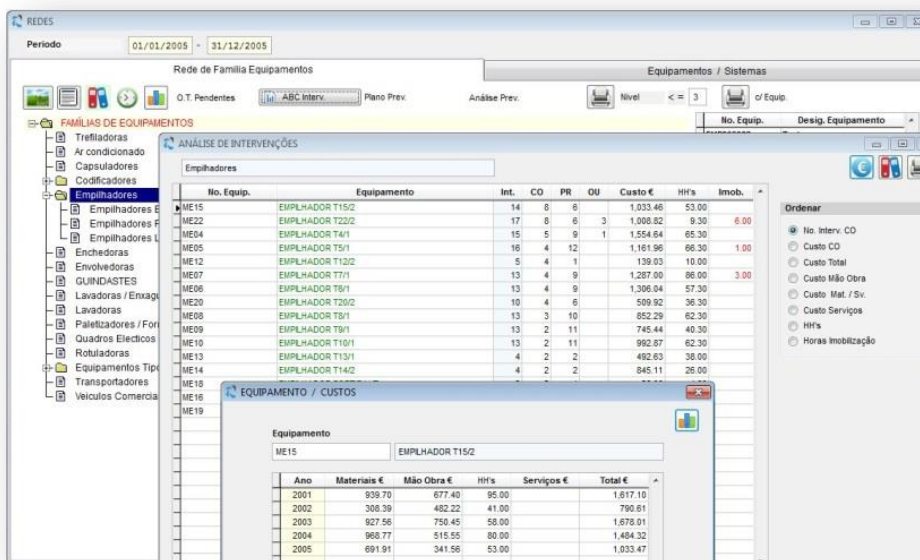


Figura C. 7 - Interface das Redes e Estruturas.

✓ Estatística e Indicadores

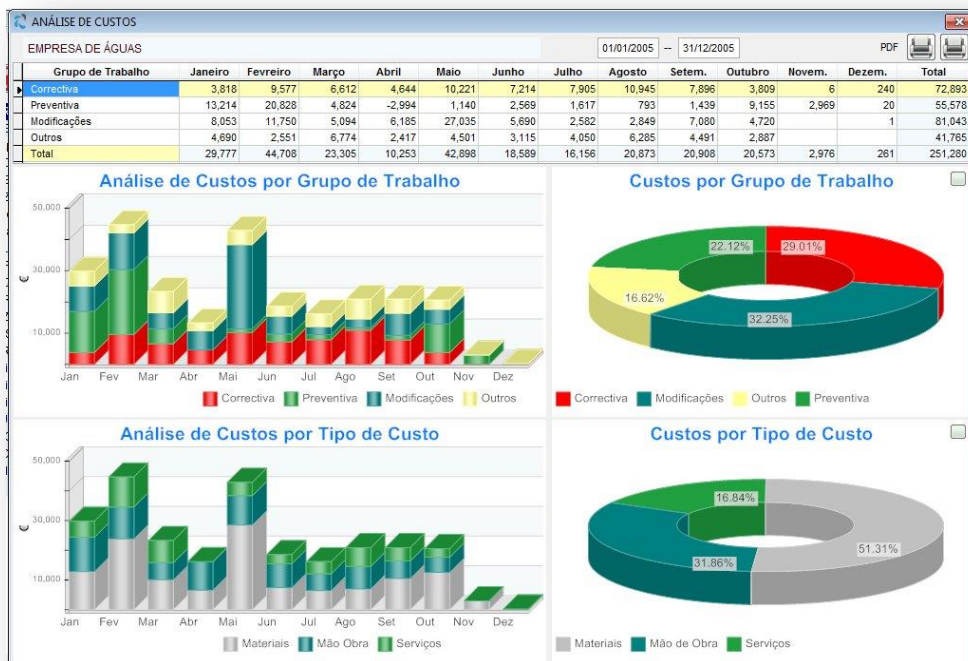
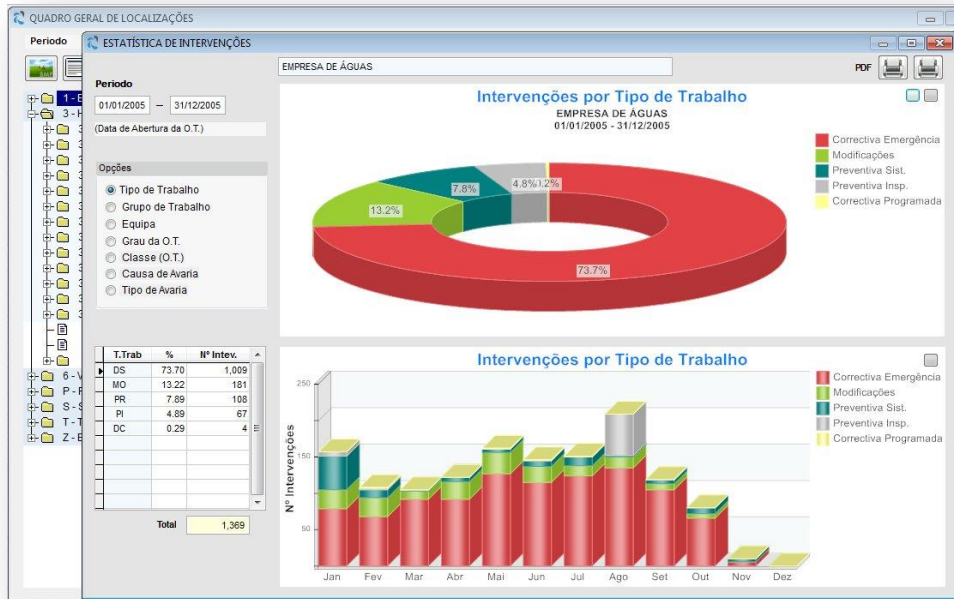
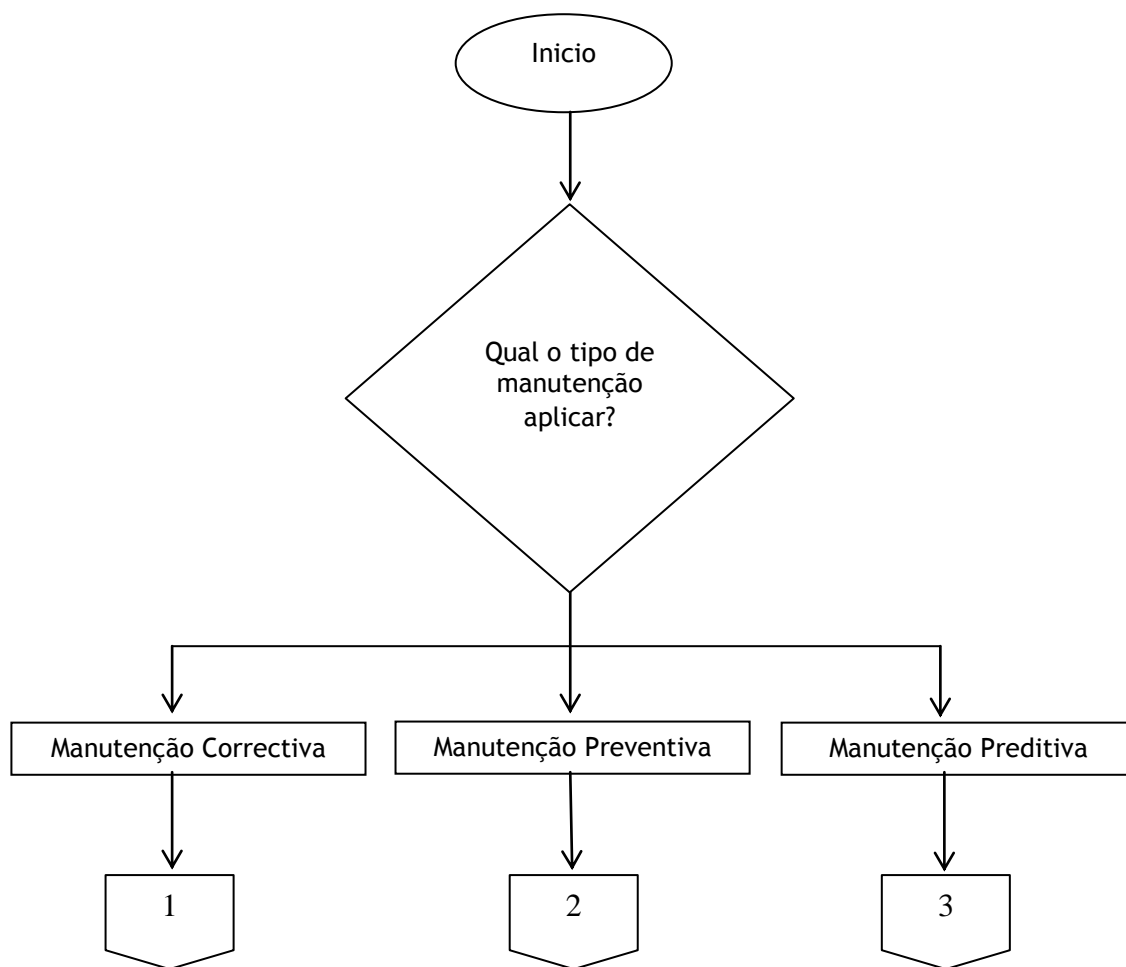


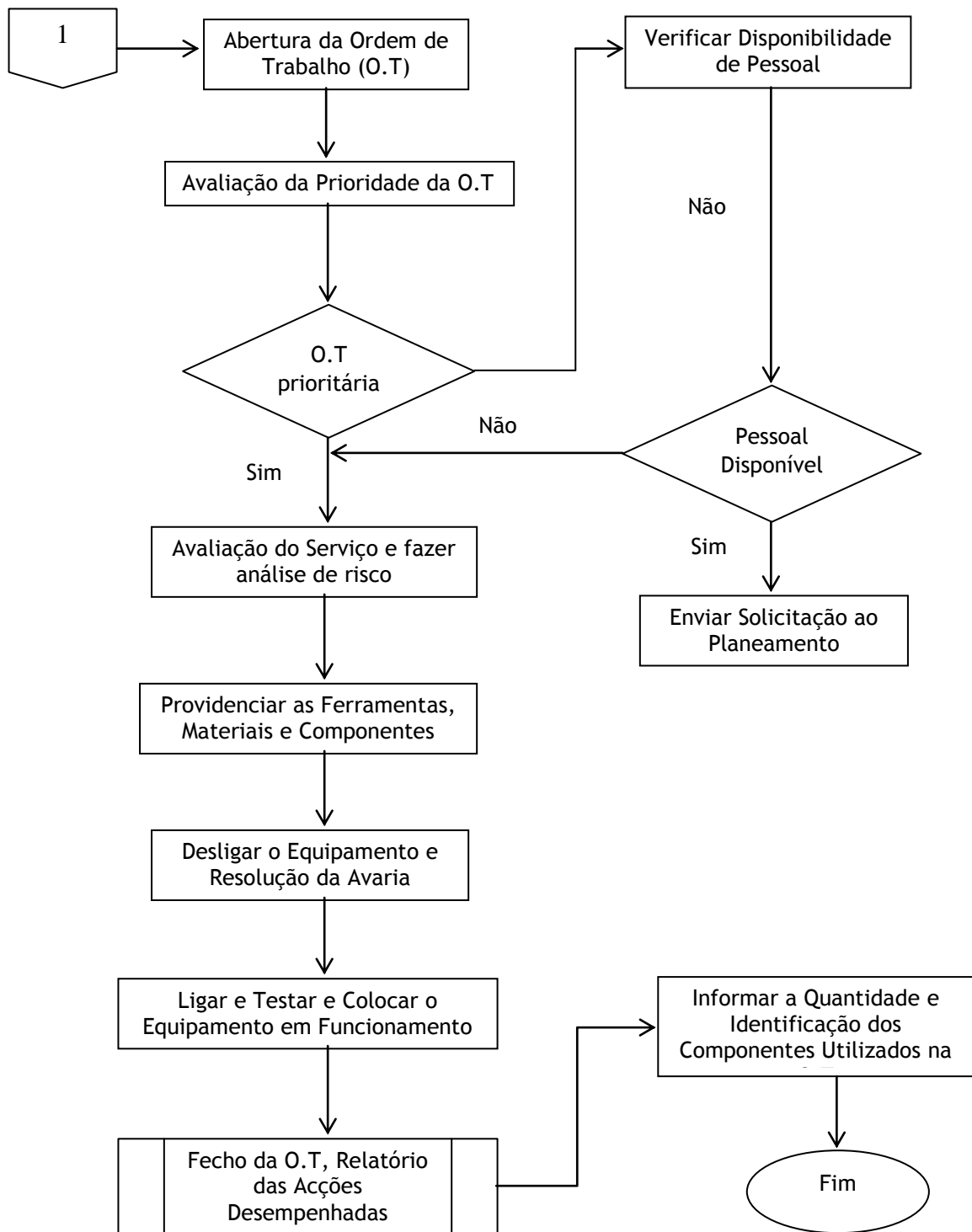
Figura C. 8 - Interface dos Indicadores de Manutenção.

## Anexo D

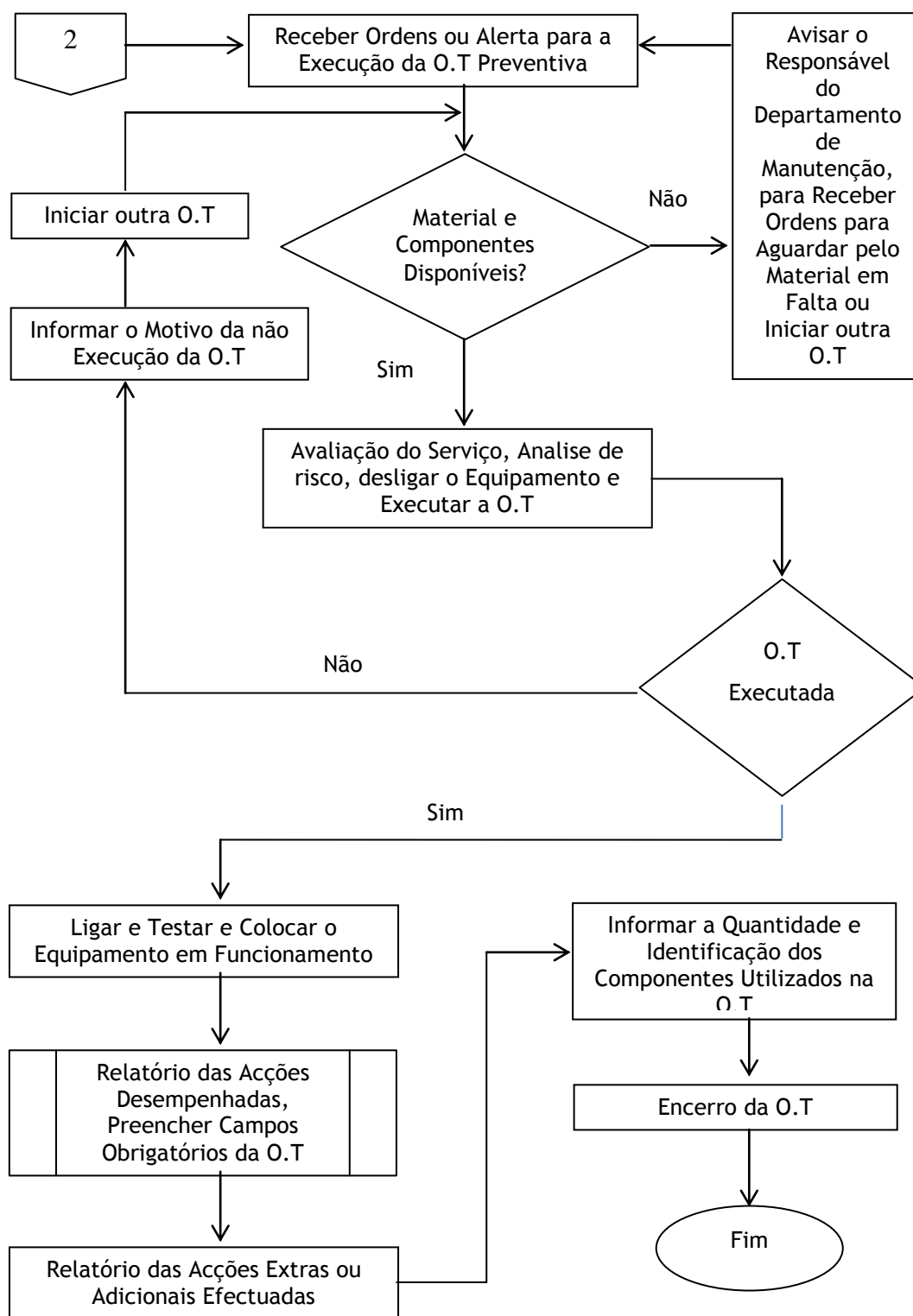
### ➤ Fluxograma da Manutenção



### ✓ Manutenção Correctiva



✓ Manutenção Preventiva



✓ Manutenção Preventiva

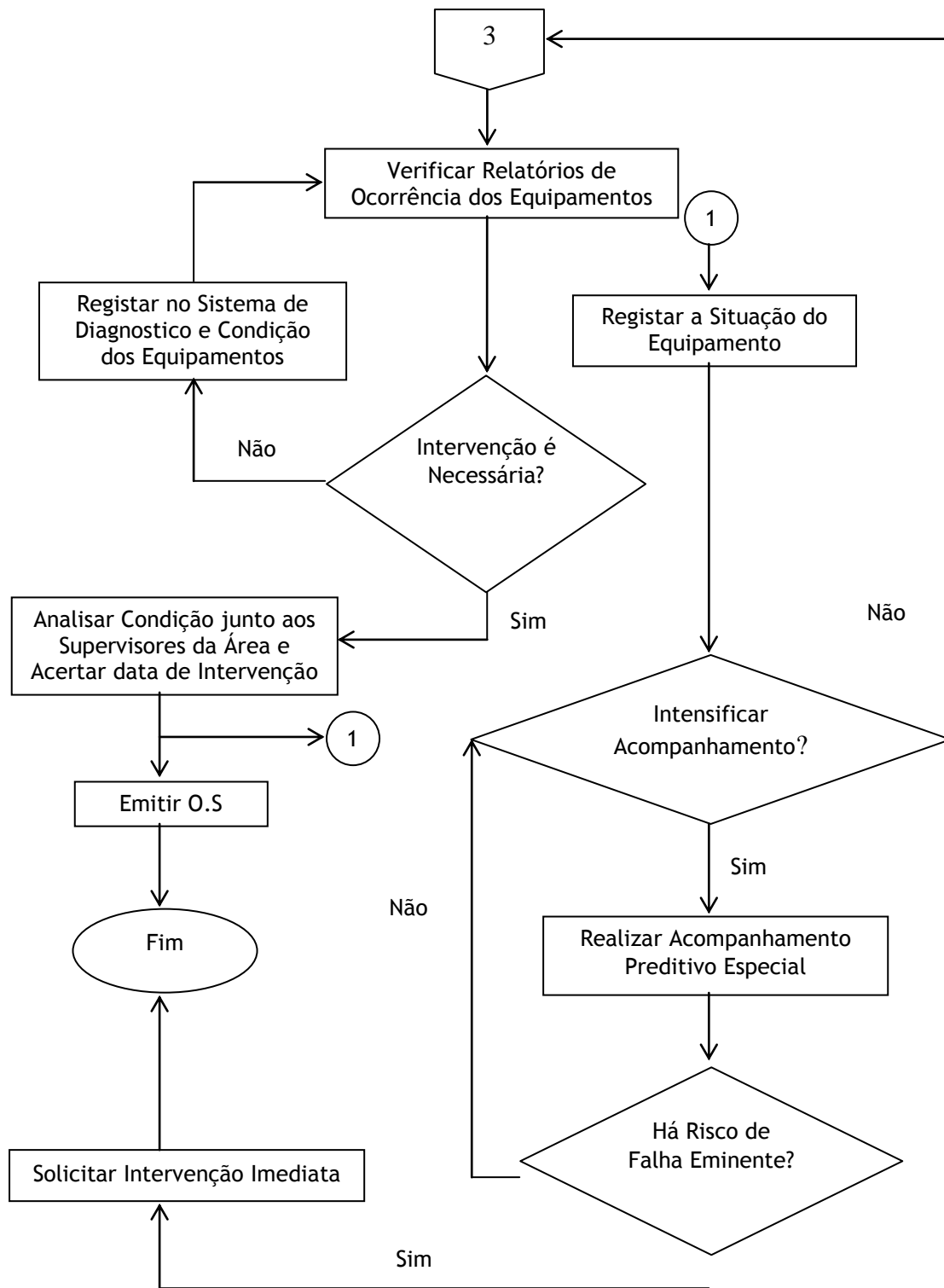


Figura D. 1 - Fluxogramas de Manutenção.