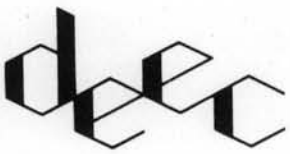
33



DEPARTAMENTO DE

ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE COMPUTADORES

FACULDADE DE ENGENHARIA

UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua dos Bragas, 4099 Porto Codex – PORTUGAL

MODELAÇÃO INTEGRADA
DA
MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO
Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Modelação Integrada da Manutenção Industrial

Joaquim Jorge Caldas Amorim da Assunção Vieira

Licenciado em Engenharia Electrotécnica - Controlo Industrial pelo Instituto Superior de Engenharia do Porto

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre
em
Engenharia Electrotécnica e de Computadores
(Área científica de Automação Industrial)

Dissertação realizada sob a supervisão de
Prof. Dr. Adriano da Silva Carvalho
do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

681.5(043)VIE/MOD
UNIVERSIDADE DO PORTO
Faculdade de Engenharia
BIBLIOTECA
N.º 11858
CDU
Data 02 07 1997

Porto, Novembro de 1996

Joaquim Jorge Caldas Amorim da Assunção Vieira

nop01898@mail.telepac.pt

Modelação Integrada da Manutenção Industrial

Agradecimentos

Quero expressar os meus agradecimentos ao Prof. Dr. Adriano da Silva Carvalho, orientador da dissertação, que me assistiu e apoiou incondicionalmente neste projecto. Um agradecimento especial ao Prof. Dr. Luis Andrade Ferreira. Agradeço também à minha esposa Branca Cristina, a minha a grande aliada, e aos meus pais que me transmitiram esta satisfação em aprender sempre mais..

CURRICULUM VITAE

IDENTIFICAÇÃO

Nome: Joaquim Jorge Caldas Amorim da Assunção Vieira

Filiação: Joaquim Adelino da Assunção Vieira e Rosa Maria Caldas de Amorim

Naturalidade: Vila Nova de Famalicão

Data de nascimento: 4 de Abril de 1966

Nacionalidade: Portuguesa

Nº Bilhete de Identidade: 7422836 emitido pelo arquivo de Lisboa em 03.10.96

Nº Identificação Fiscal:195964195

Estado civil: Casado

Situação Militar: Reserva Territorial

Morada: Praceta António Coelho Figueiredo, nº 50 - 5º Esq., 4400 Vila Nova de Gaia.

FORMAÇÃO

- Bacharelato em Engenharia Electrotécnica pelo ISEP (Instituto Superior de Engenharia do Porto)- 1984/88;
- Licenciatura em Engenharia Electrótécnica - Controlo Industrial pelo ISEP (Instituto Superior de Engenharia do Porto) - 1984/88 e 1990/92;
- Curso de Estudos Superiores Especializados - Controlo Indústrial pelo ISEP (Instituto Superior de Engenharia) - 1990/92;
- Curso de Autómatos Programáveis S1 e S2 (Siemens) - 1988;
- Curso de Autómatos Programáveis nível 2 (Omron) - 1990;
- Curso de Planificação Antecipada da Qualidade - PAQ - (CEQUAL) - 1993;
- Curso de Planeamento da Manutenção Industrial (MIIT) - 1994;
- Curso de Análise de Modos de Falha e seus Efeitos - AMFE - em Produto, Processo e Meios (CEQUAL) - 1994;
- Curso de Controlo Estatístico do Processo SPC - (CEQUAL) - 1994;
- Curso de Acreditação de Laboratórios - (RELACRE) - 1994;
- Curso de Incertezas em Laboratórios de Ensaios Mecânicos - (RELACRE) - 1994;
- Curso de Métodos de Taguschi - (CEQUAL) - 1995;

- Curso Metodologias de Resolução de Problemas - (INOVA) - 1996;
- Componente curricular do Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, área científica de Automação Industrial, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em Julho de 1995, com classificação final de Muito Bom (a dissertação necessária à conclusão do Mestrado encontra-se presentemente em apreciação);
- Curso de Programação de Sistemas Scada (FIX da Intellution - TECNOTRON) - 1996;
- Curso de Organização e Gestão da Manutenção - (SGIE) - 1996.

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL

- - 1988 - 1990 - Responsável pelo Sector de Automação Industrial da SIEMENS S.A. - D.T. PORTO;
- - 1990 - 1995 - Responsável pelo Departamento de Manutenção, Área de Electrónica e Automação e pelo Laboratório de Metrologia da FÁBRICA TÊXTIL RIOPELE S.A., nas áreas específicas de:
  - . Manutenção Preventiva e Correctiva da Parte Eléctrica de Máquinas;
  - . Organização da Manutenção Eléctrica;
  - . Novos Projectos e Remodelação de máquinas na área do Controlo e Automação Industrial;
  - . Calibração de Equipamentos de Medição, Controlo e Ensaio;
  - . Avaliação dos Sistemas de Medição.
- - Desde 1996 - Responsável pela Gestão dos Processos de Manutenção onde se incluem os Departamentos de Energia, Afluentes e Efluentes Líquidos, Manutenção e Desenho, da FÁBRICA TÊXTIL RIOPELE S.A, acumulando as funções anteriormente desempenhadas desde 1990.

ACÇÃO DE FORMAÇÃO REALIZADA

- Curso de Electrónica e Automação Industrial na FÁBRICA TÊXTIL RIOPELE S.A. - 1993

ABSTRACT

Maintenance information systems constitute a tool that can generate profit, but its implementation has to be supported on a capable organization and a correct management.

Besides the existence of a large quantity of software packages for computerized maintenance management systems, there is no integrated approach to the industrial maintenance ensuring re-usability of the design and implementation elements already developed and being independent from software platform to be used..

In this sense, this dissertation approaches all the aspects that are directly related with the present technological evolution of the equipment either for production and for maintenance and with different maintenance techniques, thinking always that measuring systems become more important for both functions.

There are two "new" approaches for the maintenance function - the TPM and the RCM - which will be considered as a key factor to become the maintenance function a profitable sector inside the factory and to involve the main client of the maintenance system, obviously the production system, into the solution for maintenance problems. This approaches present some conditions on the design and development of an information system, and so they should be considered

To all this evolution we have to include the evolution of the human resources behavior, with respect to that ones that work in the production and in maintenance, due to maintenance be the function, of all the functions that are integrated into the factory, that is more and more dependent on its human resources, unless it uses outsourcing. Human resources play a very important role inside the implementation process of an industrial maintenance information system because they are the data supplier and the information client at the same time.

To allow a correct approach to the information system that we want to analyze and design, it was created an industrial maintenance integrated model using the object oriented approach which ensures re-usability of all the design and software objects in the while created, and the analysis of the maintenance system becomes a process more transparent to the user, which is maintenance itself.

RÉSUMÉ

Les systèmes d'information pour la maintenance sont un outil capable de générer du profit, si sa installation est supporté par une organization capable et par une gestion correcte.

Malgré l'existence d'une grande quantité de paquets de software pour la gestion de la maintenance assistée par ordinateur, qui peuvent potenciellement dégager la fonction de système d'information pour la maintenance, il n'existe pas une abordage integrée de la maintenance industrielle qui considére la reutilisation des elements de project et d'installation développés, realizée d'une façon indépendente du software utilisé.

Ainsi, cette dissertation aborde les aspects que plus directement se trouvent enchaînés à l'evolution téchnologique au niveaux des équipements de production et de maintenance, des téchniques de maintenance, avec principal incidence dans les systèmes de mésure qui devienne indispensables au functionement de tous les deux fonctions.

Dans cet ensemble d'evolutions se détachent deux "nouvelles" abordages de la fonction maintenance, qui sont le TPM et le RCM. Sa introduction deviendra un facteur cléf pour la maintenance pouvoir être considerée un secteur lucratif dans l'entreprise et pour l'envéloppement du principal client de la maintenance, qui est la production, dans les problèmes, habituellement distants, de la maintenance des équipements. Ces abordages conditionnent le développement d'un système d'information.

A cette evolution on doit ajouter la évolution des comportements des ressources humains, qui sont intégrées dans la production ou même dans la maintenance, parce que la maintenance est plus dépendent des ressources humains, quand on établit des comparaisons avec les autres fonctions de l'entreprise, à moins q'on recourre à la sous-traitance. Les ressources humains jouent un rôle très important dans l'introduction d'un système d'information dans la maintenance industrielle parce que ils jouent le rôle de client d'information et de fournisseur de donnés, simultanément.

Pour permettre la réalisation d'une abordage correcte du systéme d'information que on veut créer, ou perfectionner, à été etudié et developpé un modéle integré de la maintenance industrielle par recours à une abordage orientée à l'objet pour garantir la reutilisation du project e des objets de software que ont été crée, ainsi que pour éclairer la phase de analyse du système de maintenance dans l'optique de la même maintenance.

RESUMO

Os sistemas de informação para a manutenção assumem-se como uma ferramenta que pode gerar proveitos, desde que a sua implementação seja devidamente suportada por uma organização capaz e por uma gestão correcta.

Apesar da existência de uma grande quantidade de pacotes de software de gestão da manutenção assistida por computador, que podem potencialmente desempenhar a função de sistema de informação para a manutenção, não existe uma abordagem integrada da manutenção industrial que tenha em consideração a reutilizabilidade dos elementos de *design* e implementação desenvolvidos e que seja realizada de um modo independente do software que se irá utilizar.

Assim, esta dissertação aborda os aspectos que mais directamente estão ligados à evolução tecnológica ao nível dos equipamentos de produção e manutenção, das técnicas de manutenção, com principal incidência nos sistemas de medição que se estão a tornar indispensáveis ao funcionamento de ambas as funções.

Dentro destas evoluções destacam-se duas "novas" abordagens da função manutenção, como sejam o TPM e o próprio RCM, cuja implementação será um factor chave para a manutenção ser considerada um sector lucrativo dentro da empresa e para o envolvimento do principal cliente da manutenção, que é a produção nos problemas, habitualmente distantes, da manutenção dos equipamentos. Estas novas abordagens condicionam o desenvolvimento de um sistema de informação, pelo que terão de ser consideradas, se a opção estratégica da empresa estiver voltada para a sua implementação

A toda esta evolução terá de se juntar a evolução das mentalidades dos recursos humanos, quer no que respeita aos pertencentes à produção quer no que respeita aos pertencentes à própria manutenção, uma vez que a manutenção está ainda mais dependente dos seus recursos humanos, quando estabelecemos comparações com as demais funções dentro da empresa, a menos que recorra à subcontratação. Os recursos humanos têm um papel importantíssimo no seio da implementação de um sistema de informação na manutenção industrial uma vez que eles assumem o papel de cliente e fornecedor de informação e dados, respectivamente.

Para permitir que seja realizada uma abordagem correcta do sistema de informação que se pretende criar, ou optimizar, foi criado o modelo integrado da manutenção industrial recorrendo a uma abordagem orientada ao objecto por forma a garantir a reutilizabilidade do design e dos prórpios objectos de software que são criados, assim como a tornar mais transparente toda a fase de análise do sistema de manutenção na óptica do utilizador, que é a própria manutenção.

AGRADECIMENTOS IV

RESUMO V

ÍNDICE VI

1 - INTRODUÇÃO 1

1.1 - Evolução Histórica da Função Manutenção 1
1.2 - Motivação para a Modelação da Manutenção Industrial 5
1.3 - Âmbito 7
1.4 - Objectivos 8
1.5 - Estrutura da Dissertação 9

2 - O ESTADO DA ARTE 11

2.1 - Introdução 11
2.2 - Semântica da Manutenção 13
2.2.1 - Características dos Bens Duráveis 13
2.2.2 - Acções de Manutenção 15
2.2.3 - Acções de Manutenção Especiais 17
2.2.4 - Eventos e Outras Actividades de Manutenção 18
2.2.5 - Garantias 20
2.2.6 - Indicadores e Custos de Manutenção 20
2.2.7 - Noções Gerais Sobre Manutenção Industrial 22
2.2.8 - Tipos de Manutenção Industrial 23
2.2.9 - Níveis de Manutenção Industrial 25
2.2.10 - Escalões de Manutenção Industrial 25
2.2.11 - Conceitos Relativos a Contratos de Manutenção Industrial 26
2.2.12 - Conceitos Diversos Relativos à Manutenção Industrial 27
2.3 - Sistemas de Informação 29
2.3.1 - Introdução 29
2.3.2 - Os Pacotes de Software Disponíveis 30
2.3.3 - Selecção do Pacote de Software 30
2.3.4 - Implementação de Pacotes de Software 36
2.3.5 - Conclusão 39
2.4 - Recursos Humanos 41
2.4.1 - Introdução 41
2.4.2 - A Actualidade e a Evolução Futura 41
2.5 - Ferramentas 43
2.6 - Organização e Gestão 45
2.6.1 - Organização 45
2.6.2 - Gestão 46
2.7 - Técnicas e Procedimentos 50
2.7.1 - Introdução 50
2.7.2 - Técnicas de Manutenção Proactiva, Condicionada e Preditiva 50

2.7.2.1 - Análise de Contaminação de Fluidos 50
2.7.2.2 - Análise dos Elementos de Desgaste 51
2.7.2.3 - Análise das Partículas de Desgaste 51
2.7.2.4 - Contagem das Partículas de Desgaste 52
2.7.2.5 - Análise das Partículas de Desgaste por Centrifugação 52
2.7.2.6 - Outras Técnicas de Análise de Desgaste 52
2.7.2.7 - *Boroscope e Fibrescope*, ou Endoscópios 53
2.7.2.8 - Estroboscópios 53
2.7.2.9 - Líquidos Penetrantes 53
2.7.2.10 - Tintas e Lápis Termográficos 53
2.7.2.11 - Termografia por Infra-Vermelhos 53
2.7.2.12 - Radiologia 53
2.7.2.13 - Sistema Laser 54
2.7.2.14 - Fluxo Magnético (Magnetoscopia) 54
2.7.2.15 - Resistência Eléctrica 54
2.7.2.16 - Corrente de Eddy / Foucault 54
2.7.2.17 - Ultra-sons 54
2.7.2.18 - Corrosímetro 54
2.7.2.19 - Monitorização do Desempenho (Observação de Parâmetros Processuais) 54
2.7.2.20 - Análise de Vibrações 54
2.7.2 - Aspectos de Implementação de Técnicas de Manutenção 58
2.8 - Normalização 59
2.9 - O TPM 60
2.9.1 - Descrição 60
2.9.2 - Eficiência dos Equipamentos 61
2.9.3 - O Projecto TPM 64
2.10 - O RCM 68
2.10.1 - Introdução 68
2.10.2 - Metodologia 68
2.10.3 - Benefícios 72

3 - DESCRIÇÃO FUNCIONAL DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL 74
3.1 - Introdução 74
3.2 - Entidades e Suas Relações 75
3.2.1 - A Manutenção e as Relações Intra-empresariais 75
3.2.2 - A Manutenção e as Relações com o Exterior 75
3.2.3 - A Manutenção e os Equipamentos 78
3.2.4 - A Manutenção e os Recursos Humanos 91
3.2.5 - A Manutenção e as Intervenções 96
3.2.6 - A Manutenção e as Relações Internas 103
3.3 - Organização e Gestão 107
3.3.1 - Introdução 107
3.3.2 - Organização da Manutenção 107
3.3.3 - Gestão da Manutenção 108
3.4 - Planeamento e Controlo 110

4 - O MODELO INTEGRADO ORIENTADO AO OBJECTO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL 123

4.1 - Introdução 123

4.2 - A Abordagem Orientada ao Objecto da Manutenção 125

4.3 - A Técnica OMT - *Object Modeling Technique* 129

4.4 - Análise 132

4.4.1 - Introdução 132

4.4.2 - Requisitos 134

4.4.3 - O Modelo de Objectos 138

4.4.3.1 - Introdução 138

4.4.3.2 - Modelo de Bens 140

4.4.3.2.1 - Diagrama do Modelo de Objectos 140

4.4.3.2.2 - Dicionário de Dados do Modelo de Objectos 142

4.4.3.3 - Modelo de Intervenções 149

4.4.3.3.1 - Diagrama do Modelo de Objectos 149

4.4.3.3.2 - Dicionário de Dados do Modelo de Objectos 152

4.4.3.4 - Modelo de Recursos Humanos 167

4.4.3.4.1 - Diagrama do Modelo de Objectos 167

4.4.3.4.2 - Dicionário de Dados do Modelo de Objectos 169

4.5 - Aspectos de Implementação 174

5 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS 178

BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 181

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Evolução Histórica da Função Manutenção

A história da manutenção está indiscutivelmente ligada com o aparecimento das máquinas e das primeiras industrias, as quais implicavam a necessidade da realização de intervenções de reparação de avarias. Neste início não se referia a manutenção mas sim a conservação, a qual é, por definição, referente às acções físicas aplicadas aos equipamentos para assegurar a sua disponibilidade. Até ao início da 1ª Guerra Mundial a conservação dos equipamentos tinha uma importância relativa, não existindo nas industrias qualquer tipo de equipa especializada para a realização desses serviços. Após esta guerra as empresas sentiram a necessidade de criar equipas especializadas que pudessem repor as máquinas de produção em funcionamento no menor tempo possível. Apareceu, deste modo, um serviço subordinado à produção e que executava basicamente intervenções de reparação das avarias.

Como até à 2ª Guerra Mundial não existia um elevado grau de mecanização na indústria, os tempos de paragem não eram muito importantes. Os gestores de então não encaravam como uma prioridade a prevenção das avarias dos equipamentos. A maior parte do equipamento era fiável, devido ao seu sobredimensionamento, e fácil de reparar, devido a ser muito simples. Apenas eram consideradas algumas operações bastante simples de manutenção preventiva sistemática, nomeadamente as operações de limpeza e lubrificação.

Durante a 2ª Guerra Mundial tudo mudou, principalmente devido às pressões dos tempos de guerra, os quais exigiram a produção de artigos de todos os tipos, sendo um facto que a mão-de-obra industrial foi drasticamente reduzida. Esta alteração brusca forçou o aumento da mecanização. Nos anos 50 observa-se que existem já numerosas máquinas de todos os tipos e que apresentavam já alguma complexidade. O Mundo industrial começava a depender de todos esses mecanismos.

Com o crescimento da dependência as paragens por avaria foram ganhando importância crescente, pelo que começou a surgir a ideia que as avarias podiam e deviam ser prevenidas, aparecendo o conceito de manutenção preventiva. Nos anos 60 a manutenção preventiva consistia basicamente em revisões gerais de equipamentos efectuadas a intervalos de tempo pré-fixados.

O custo da manutenção começa a crescer, pelo que aparece a necessidade de construir sistemas de planeamento e de controlo.

Podemos dizer que começava a existir o conceito de manutenção, tal como hoje existe, o qual consiste na optimização dos parametros de conservação. Deste modo a função manutenção, dentro das empresas, evolui de uma forma irreversível, passando a assumir-se como uma função produtiva.

Devido a toda a crescente atenção que era dedicada à mecanização da industria, e consequentemente à manutenção industrial, começam a surgir algumas ciências e respectivas definições que ainda hoje são utilizadas, como por exemplo a Tribologia, que surgiu em 1968, e que agrupa o estudo da lubrificação, do atrito e do desgaste. A Tribologia tem por objectivo fazer funcionar todas ligações existentes, seja nos seres vivos seja nas máquinas.

Aparece em 1970, no Reino Unido, a definição de Terotecnologia, a qual é "a combinação das acções de gestão, financeiras, de engenharia e investigação, aplicadas ao objectivo comum de conseguir o custo de vida mais económico do equipamento e instalações. Este conceito está relacionado com tudo o que diz respeito a especificações e projectos que tenham em vista a fiabilidade e manutibilidade da instalação, fábrica, maquinaria, equipamento, edifícios e estruturas e com a sua instalação, recepção, manutenção, modificação e substituição além de todo a realimentação de informação sobre projecto, comportamento e custos" [13].

No Japão surge, proposto por Nakajima, em 1971, o conceito de TPM-Total Productive Maintenance, o que mais não é do que a manutenção produtiva envolvendo uma participação total. É uma filosofia de manutenção,

que não sendo nova, visto o seu criador ter ido buscar muitas das suas definições à PM-Productive Maintenance que foi criada, como teoria em 1954 nos EUA, apresenta alguns aspectos inovadores e que têm uma aplicação bastante fácil no Japão, em virtude das características particulares do seu povo, mas que, contudo se tem revelado como desadequada para a manutenção industrial dos países ocidentais.

Os bens têm, até este momento, um comportamento, no que respeita à sua taxa de avarias, a qual é determinada com base nos registos e respectivas análises que eram efectuadas utilizando uma baixa capacidade de processamento, uma vez que tudo em manutenção era processado pelos recursos humanos, que seguia um gráfico com a forma da "curva da banheira". Este gráfico apresenta claramente as fases de infância, onde a taxa de avarias decresce com o tempo, seguindo-se o período de vida útil, onde a taxa de avarias é aproximadamente constante e por fim a fase de envelhecimento em que a taxa de avarias cresce rapidamente [28].

A partir de meados da década de 70 assiste-se a uma aceleração do processo de mudança na indústria.

A partir dessa altura os requisitos de manutenção evoluiram, fruto de toda a atenção que passou a ser dada a esse sector tão pouco importante anteriormente, passando a ser os seguintes:

» Elevada disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos produtivos
» Maior segurança
» Melhor qualidade do produto final
» Não prejudicar o ambiente
» Prolongar o tempo de vida dos equipamentos
» Maior eficiência nos custos

A evolução tecnológica registada principalmente a partir da década de 70, com principal incidência em meados da década de 80, através da Automação Industrial, veio alterar significativamente a importância que o Software e que a electrónica tinham para os equipamentos produtivos.

Para descrever alguns exemplos significativos podemos referir que a par da introdução de autómatos programáveis difundem-se os variadores de velocidade bem como toda a enorme quantidade de transdutores, que não para de aumentar, permitindo que a grande maioria das funções anteriormente desempenhadas por equipamentos mecânicos, como por exemplo os sistemas "P. I. V" para variação de velocidade, passem a ser desempenhadas por equipamentos electrónicos ou electromecânicos. É notório o crescimento exponencial, primordialmente devido aos Autómatos Programáveis e actualmente aos Computadores, da importância dos sistemas eléctricos, os quais permitem melhores performances de flexibilidade e fiabilidade do que os sistemas eléctricos de controlo convencionais e do que os sistemas mecânicos.

Esta alteração implica uma certa ruptura com as técnicas convencionais e modifica por completo as tarefas da Manutenção Industrial, exigindo maiores conhecimentos por parte da Manutenção Eléctrica e Mecânica e alterando, de certo modo, dependendo da indústria, a importância relativa de cada área da manutenção relativamente à outra. Empresas que tinham especialistas em electricidade e mecânica vêm-se forçadas a admitir especialistas em electrónica, automação e instrumentação. A própria electricidade tem actualmente de lidar com redes "field-bus" e com comandos de máquina efectuados através de "touch-screen", o que implica o quase total abandono dos tradicionais botões de pressão e rotativos, bem como da instrumentação real, que podemos citar os manómetros como exemplo, para comando e monitorização, os quais eram imprescindíveis em qualquer equipamento industrial dos anos 70.

Enquanto antes, a cada botão estavam ligados dois ou mais condutores, actualmente verifica-se que a cada computador, onde são comandadas centenas de variáveis, vai apenas um cabo com apenas "meia-dúzia" de condutores. Já não é possível através de um esquema eléctrico saber como funciona uma máquina. O funcionamento de qualquer máquina tem de ser analisado de um modo integrado, atendendo a informações recolhidas nos esquemas eléctricos e no software do Autómato Programável e do Computador.

Dada esta evolução tecnológica que motivou também o aumento crescente da diversidade dos equipamentos, tornou-se necessário realizar investigações rigorosas sobre a evolução das taxas de avarias. Estas investigações permitiram comprovar que actualmente já não existe apenas um tipo de curva que traduz a taxa de avarias, mas sim vários tipos diferentes em função dos diferentes tipos de equipamento. À medida que os equipamentos vão sendo mais complexos, vai existindo uma maior percentagem de componentes que têm curvas de taxas de avarias constantes desde o início da sua vida ou que têm uma taxa decrescente de avarias no início e depois estabilizam a sua taxa daí em diante. Os estudo realizados comprovam também esta tendência para o surgimento de um número crescente de equipamentos cuja taxa de avarias não segue a tradicional "curva da banheira" [28].

A tradicional relação entre a taxa de avarias e a idade do equipamento tem vindo a ser permanentemente posta em causa.

Motivada por toda esta revolução tecnológica aconteceu uma explosão de novos conceitos e técnicas de manutenção desde meados da década de 70. Nos últimos quinze anos apareceram muitos mais, assistindo-se com frequência ao surgimento de novos conceitos e técnicas. Como exemplos podemos apresentar os seguintes:

» Controlo de condição
» Projecto para a fiabilidade e a manutibilidade
» Estudos de probabilidades
» Utilização de computadores pequenos e rápidos
» Análise dos modos de falha e seus efeitos (AMFE)
» Sistemas inteligentes
» Trabalho de equipa e múltipla competencia técnica

Um conceito que tem gradualmente vindo a aumentar a sua importância é o RCM-Reliability-centered Maintenance, ou Manutenção Centrada na Fiabilidade, o qual foi desenvolvido durante um período de cerca de trinta anos pela aviação civil, tendo a sua aplicação à indústria sido iniciada no início dos anos 80. O RCM é um processo utilizado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer bem físico no seu contexto operativo [28].

Os conceitos que são referidos como soluções actuais e futuras para todos os problemas da manutenção são, para além do RCM, o TPM e a Subcontratação.

Existe na manutenção industrial, como em todos os outros sectores de actividade, uma actividade baseada na forte concorrência o que tem contribuido para a evolução do sector mas que leva a que, devido a interesses comerciais, não seja, por vezes, implementada a melhor solução, após a realização de um diagnóstico, mas aquela que permite a venda do produto que essa empresa, por exemplo de consultadoria, representa.

Emerge a noção de "Manutenção Proactiva", que foi criada recentemente, e que é um conceito que significa que se concentra toda a atenção da manutenção nas causas antes da existência de qualquer sintoma de avaria na máquina. Em vez de atender, como na manutenção condicionada, ao sintoma do início da avaria, ou seja, assumindo uma atitude reactiva, através da manutenção proactiva a manutenção consegue corrigir as deficiências que levam à existência de um motivo para haver uma avaria. Trata-se deste modo de desencadear uma série de acções que levam à eliminação da causa remota de uma avaria.

Existe uma série de complexos desafios que actualmente se colocam à manutenção, e que são os seguintes:

» Seleccionar as técnicas e os procedimentos mais apropriados
» Dominar todos os tipos de avaria
» Conseguir satisfazer as expectativas dos clientes, nomeadamente dos utilizadores e dos donos dos equipamentos.
» Conseguir garantir e manter uma eficiência em termos de custos

» Ser capaz de mobilizar o esforço e garantir a cooperação de todos os que o rodeiam, ou seja, garantir as sinergias necessárias ao bom funcionamento da manutenção.

Como todas as áreas dentro de qualquer empresa industrial, a manutenção está actualmente na fase em que está completamente dependente da informação. Para ser capaz de enfrentar os desafios a manutenção tem de obter a informação necessária no momento certo para tomar as decisões mais correctas no momento adequado, sob pena de, se não for assim, estar condenada ao fracasso, ou seja, a não ser considerada uma função produtiva nem lucrativa dentro da empresa.

1.2 - Motivação para a Modelação da Manutenção Industrial

Pode afirmar-se com alguma segurança que existem ainda muitas empresas que têm Sistemas de Manutenção que se baseiam na experiência adquirida ao longo de muitos anos de trabalho e que apenas recorrem ao "papel" e aos cálculos efectuados com o auxílio de uma calculadora para apresentarem os seus resultados. O sistema até pode funcionar de uma forma exemplar, sendo contudo habitualmente muito complexo, envolvendo muitos funcionários, tendo muitas limitações em termos dos resultados atingidos e permitindo, com facilidade, a introdução de erros humanos.

Numa empresa que se cria de raiz é possível implementar uma organização da manutenção que seja completamente coincidente com um modelo previamente estabelecido. Por outro lado, numa organização existente é bastante mais complexo adaptar o sistema de manutenção que está em funcionamento a qualquer novo modelo, sendo mais difícil quanto menos flexível for o modelo que se pretende implementar.

Na modelação que será apresentada foram empregues os métoodos da abordagem Orientada ao Objecto (OO). A fase da abordagem OO que será considerada será apena a Análise, uma vez que é com a conclusão desta que se estabelece o modelo de funcionamento da manutenção industrial. A facilidade que a modelação OO apresenta em termos mais básicos é que as relações entre os diferentes objectos do sistema são facilmente definidos pelo analista e são entendidas com uma relativa facilidade pelo utilizador final. A acrescer a este facto a reutilização de todas as diferentes partes do modelo é muito mais simples de atingir do que recorrendo às tradicionais técnicas de análise e *design*, o que permite poupar recursos em todo o processo.

A primeira fase de melhoramento do sistema de manutenção industrial de qualquer empresa passa obrigatoriamente pela realização da optimização da organização e da gestão, a qual é seguida do levantamento do equipamento que realmente existe. Para realizar este levantamento torna-se indispensável possuir um sistema devidamente concebido que permita que as informações adquridas estejam correctas, isto é, que não seja registada informação a menos, o que implicaria uma necessidade de efectuar um novo levantamento com os respectivos custos inerentes, nem a mais pois nesse caso parte do trabalho realizado seria desperdiçado. Em ambos os casos quem perde dinheiro é a empresa. A existência de um modelo concebido de tal forma que se torne fácil saber o que fazer para criar o modelo virtual da empresa que deverá ser sujeita a manutenção. Este modelo pode ser registado em suporte informático, preferencialmente, ou em papel.

A empresa virtual modelada tem de ser suficientemente flexível para que seja possível tratar equipamentos muito diversificados, por um lado, e equipamentos com decomposições particulares, por outro. Acaba por só existir uma forma para atingir o "ideal" no que respeita à manutenção de qualquer bem e que é a *consideração de cada componente como um indivíduo*. A modelação OO permite, com uma grande facilidade criar modelos com essa particularidade.

Pode ser estabelecido um paralelo entre o ciclo de vida de um componente com a vida de um indivíduo. Um indivíduo trabalha hoje numa determinada empresa. Um dia mais tarde é substituido por outro indivíduo, uma vez que entrou de baixa por estar muito doente. Após algum tempo esse indivíduo, já recuperado, vai à empresa mas vê que já não é necessário nessa empresa pelo que vai para casa desempregado, mantendo-se à espera de arranjar um outro emprego. Da mesma forma podemos considerar um componente que está integrado numa máquina desempenhando uma função. Acontece um dia que este deixa de cumprir a sua função, por estar avariado. É substituido por um outro componente que passa a desempenhar a função que o primeiro anteriormente desempenhava. O primeiro componente vai então para reparar e quando regressa, já devidamente reparado, é enviado para armazém ficando como reserva do que o substituiu.

No caso do indivíduo, toda esta sucessão de eventos ficaria gravada, como histórico, para sempre na sua mente. No caso do componente temos de criar uma forma de, como objecto, lhe dar uma memória de um modo artificial, ou seja, criar-lhe um sistema de registo completo.

Só com um sistema de informação correctamente especificado e implementado, o qual permita extrair as informações significativas para cada uma das diferentes situações que os recursos humanos que participam na manutenção enfrentam diariamente, é que será possível ter a segurança necessária sobre qual é a melhor medida a tomar em cada momento

A Modelação da Manutenção irá preencher um lugar que tem sido deixado vago, pois a optimização do funcionamento de qualquer manutenção implica numa primeira fase a criação de um modelo do seu funcionamento actual. Após esta primeira fase, que está integrada numa fase de diagnóstico, passa-se à análise deste modelo, originando uma série de medidas, entre as quais se pode integrar a realização de uma reorganização para a qual tem de ser construido o novo modelo de funcionamento. O modelo assim criado permitirá uma informatização fácil da Manutenção, podendo ser utilizada qualquer aplicação informática já existente no mercado desde que possua determinadas características de flexibilidade e reutilizabilidade.

1.3 - Âmbito

As características do modelo que será apresentado permitem que este seja aplicável a qualquer Manutenção Industrial de qualquer empresa independentemente da organização na qual se integra.

1.4 - Objectivos

Os principais objectivos desta dissertação são:

1 - Efectuar um ponto da situação dos Sistemas de Informação de Manutenção Industrial

2 - Estabelecer uma metodologia de Modelação Integrada da Manutenção Industrial, com aplicação universal.

3 - Focar os principais aspectos relacionados com a Aplicação do Modelo.

1.5 - Estrutura da Dissertação

A dissertação tem uma estrutura que se baseia nos sistemas de informação para manutenção, uma vez que este acaba por ser o seu tema principal. No entanto não é necessário ter um sistema de informação muito elaborado apenas para reparar avarias. Efectua-se, por esse motivo, e por forma que fique claramente demonstrada a necessidade de se implementar um sistema de informação de manutenção auxiliado por computador, uma abordagem com uma certa profundidade dos principais factores que têm de ser actualmente considerados na gestão da manutenção industrial.

A manutenção evoluiu ao longo do século XX pelo que no capítulo 1 é apresentado um curto resumo dessa evolução. Após estar apresentada a história da manutenção, a qual nos permite reflectir para que sejamos capazes de encontrar as soluções para o futuro, é apresentado um pequeno resumo dos motivos que conduziram à necessidade de criar um modelo integrado da manutenção industrial.

Ainda neste capítulo temos uma referência ao âmbito de aplicação do modelo e uma pequena lista com os principais objectivos desta dissertação.

No capítulo 2 é efectuado o ponto da situação da manutenção industrial. Neste ponto da situação é apresentado inicialmente o "dicionário", baseado nas normas da AFNOR, da terminologia de manutenção industrial, por forma que exista uma plataforma única, no que respeita à semântica da manutenção.

São abordados, neste capítulo, os sistemas de informação, no que respeita às suas características, são analisados alguns pacotes de software existentes comercialmente, são apresentadas algumas possíveis formas de se escolher o pacote de software que melhor se adequa às necessidades e expectativas da manutenção industrial. São também abordados de um modo resumido alguns aspectos significativos da implementação de um sistema de informação para manutenção auxiliado por computador.

Analisam-se, ainda no capítulo 2, os Recursos Humanos, numa perspectiva actual e de evolução futura, bem como as ferramentas que existem e qual a sua provável evolução.

Aquele que é o tema mais quente da actualidade, a organização e gestão, é abordado com algum detalhe, e de tal forma, que permite uma reflexão sobre as principais tendências da actualidade e a possibilidade de aplicação à manutenção industrial.

A manutenção recorre a técnicas e a procedimentos para efectuar as suas intervenções, por forma a assegurar a disponibilidade dos equipamentos. São abordadas algumas das técnicas mais significativas da actualidade, principalmente no que respeita à manutenção condicionada.

Os aspectos relacionados com a normalização são analisados, ainda dentro deste capítulo, não se sabendo actualmente com grande rigor quando é que teremos as normas internacionais, ISO, para a área de manutenção, colocadas em serviço.

Na parte final deste capítulo 2 são analisadas, com alguma profundidade, as duas principais abordagens que estão actualmente a ser implementadas com maior sucesso, ou seja, o TPM, ou a manutenção produtiva total e o RCM, ou a manutenção centrada na fiabilidade. Basicamente podemos afirmar que o TPM é uma abordagem da manutenção que optimiza a eficiência dos equipamentos, que elimina avarias e promove a manutenção autónoma realizada pelos operadores do próprio equipamento. Por seu lado, o RCM, quando aplicado correctamente, transforma as relações entre os compradores dos bens, os próprios bens e os técnicos que operam e mantêm esses bens. Esta abordagem é considerado um processo que é utilizado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer bem considerando o seu contexto operacional.

No capítulo 3 é iniciada a abordagem da função manutenção com a perspectiva da criação do modelo integrado da manutenção industrial. São analisadas as vertentes relativas às diferentes entidades que existem na manutenção, ou com quem a manutenção mantém um relacionamento.

Abordam-se, ainda neste capítulo, os aspectos, que são considerados como fulcrais para a optimização do desempenho da manutenção, que são a organização e gestão e o planeamento e o controlo.

No capítulo 4 é apresentado o modelo integrado orientado ao objecto da manutenção industrial. Apresenta-se uma curta explicação dos fundamentos do recurso à abordagem orientada ao objecto, onde se inclui uma, também curta, explicação do que significa construir um modelo orientado ao objecto.

Seguidamente, neste mesmo capítulo, apresenta-se a técnica de modelação OMT - Object Modeling Technique, a qual foi utilizada no desenvolvimento do modelo.

A análise, que é a fase mais importante do desenvolvimento de qualquer sistema de informação, é abordada de uma forma detalhada, sendo apresentado o modelo de objectos e o respectivo dicionário de dados, referente a cada uma das principais entidades da manutenção industrial que são os bens, os recursos humanos e as intervenções que estes executam sobre esses bens.

No final do capítulo 4 são referidos alguns dos aspectos relativos à implementação do modelo.

No capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões de toda a dissertação, e ainda são referidas as perspectivas futuras para o modelo integrado da manutenção industrial criado, bem como de todos os sistemas de informação de manutenção em geral.

2 - O ESTADO DA ARTE

2.1 - Introdução

Como será descrito ao longo de todo este capítulo existe actualmente um grande número de aspectos realcionados com a manutenção industrial que têm evoluido a um rítmo bastante elevado. Esta evolução acaba por condicionar todo o universo da inovação na manutenção. Para se concretizar uma ideia torna-se necessário, ou mesmo obigatório, efectuar um trabalho de levantamento, que deverá ser o mais completo e abrangente possível sobre todos os aspectos de um determinado sistema.

O primeiro aspecto da manutenção que tem de ser devidamente apresentado prende-se com a semântica da manutenção. Uma vez que ainda não existe o Vocabulário Internacional de Manutenção, e para que exista uma coerência na globalidade da apresentação que será efectuada, torna-se necessário o estabelecimento de uma base semântica, ou seja, de um dicionário dos principais conceitos relacionados com a manutenção [3] [26].

A modelação integrada da manutenção industrial insere-se na área dos sistemas de informação em manutenção. Por este motivo, e também pelo facto de, como será posteriormente referido com maior profundidade, a função manutenção estar cada vez mais dependente destes sistemas, torna-se necessário efectuar um ponto da situação através do qual seja possível conhecer com alguma profundidade o que é o mundo dos sistemas de informação em manutenção.

O fulcro de toda a actividade de manutenção são os recursos humanos, os quais têm forçosamente evoluido, por forma a acompanhar toda a rápida evolução tecnológica. É realizado o ponto da situação dos recursos humanos e também se realiza uma previsão sobre o futuro.

As ferramentas têm também evoluido, pelo que é dada uma breve ideia sobre a situação da manutenção no que respeita a este ponto.

Seguidamente serão abordadas a organização e a gestão da manutenção que têm sofrido uma grande evolução, à semelhança do que tem acontecido em todas as restantes funções dentro de qualquer empresa industrial. Se os recursos humanos são o fulcro, a organização e a gestão são a estrutura que suporta todo o sistema, ou seja só interessa ter um sistema de informação capaz se toda a estrutura organizacional estiver devidamente actualizada, e os aspectos de gestão estiverem pormenorizadamente definidos, pelo que este é um dos principais pontos de toda esta abordagem.

Podemos ter todos os aspectos anteriores a funcionar perfeitamente mas para que seja possível extrair o máximo partido de toda a organização é necessário recorrer a técnicas e a procedimentos orrectos e adaptados a cada problema respeitante a cada equipamento. Este ponto tem um desenvolvimento adequado aos objectivos desta dissertação, não se tendo aprofundado exageradamente cada uma das muitas técnicas e procedimentos abordados. Não se pretendeu enumerar todas as existentes mas sim referir aquelas que são actualmente as que apresentam maior relevância para a manutenção industrial.

A normalização de empresas industriais é um tema que tem vindo a ser divulgada, ao nível industrial, nos últimos anos. Esta crescente difusão ocorreu principalmente a partir do momento em que começaram a ser exigidos os certificados de qualidade, principalmente das normas ISO 9000, pelos clientes das empresas industriais. A normalização chegou a ser em dado momento vista, erradamente, como um objectivo das empresas. A normalização da manutenção industrial tem evoluido e é fundamental fazer um ponto da situação, até porque se estima que no decorrer dos próximos anos a manutenção seja auditada de uma forma semelhante ao que é actualmente efectuado na produção, quando uma empresa industrial é sujeita a uma auditoria externa de concessão ou de qualquer outro tipo.

A Manutenção Produtiva Total, ou o TPM - *Total Productive Maintenance*, está em fase de evolução no mundo ocidental, tendo já permitido, na sua forma adaptada ao ocidente, atingir bons resultados. Sendo

previsível que esta abordagem da manutenção industrial seja gradualmente considerada a que melhores resultados permite dentro de uma empresa, é fundamental que seja realizada a sua apresentação de uma forma resumida. Através desta abordagem todos os aspectos referidos anteriormente dentro deste capítulo são considerados numa perspectiva integradora e que utiliza as sinergias de toda a empresa, especialmente das funções manutenção e produção para atingir a máxima eficiência dos meios produtivos.

Por fim é referido um, relativamente recente, suporte estratégico de manutenção designado por Manutenção Centrada na Fiabilidade, ou RCM - *Reliability-centred Maintenance*. Esta estratégia é fundamental na abordagem da manutenção de equipamentos críticos, uma vez que permite "garantir" que um bem desempenha a função que lhe está confiada, e poderá ser considerada, numa visão global da manutenção actual, como um dos recursos que podem ser utilizados numa abordagem TPM completa.

2.2 - Semântica da Manutenção

2.2.1 - Características dos Bens Duráveis

1.1 - Bem

Todo o elemento que compõe um equipamento, sub-sistema, sistema, etc., o qual pode ser considerado individualmente e que tem por objectivo assegurar uma dada função.

Nota: Um bem pode ser um parafuso, um motor eléctrico, um PLC, um edifício ou uma central nuclear.

1.2 - Bem durável

Bem concebido para assegurar uma dada função durante um tempo relativamente longo, tendo em conta as operações de manutenção.

Nota: Como exemplos podemos referir uma televisão, um frigorífico, uma máquina-ferramenta, uma máquina de produção.

1.3 - Decomposição arborescente de um bem

Acção destinada a facilitar a gestão e o seguimento de um bem durável. A decomposição arborescente pode ser funcional e/ou material.

A definição do número de níveis considerados é efectuada em função da complexidade do bem e das actividades de manutenção realizadas sobre o mesmo.

1.4 - Documentação técnica

Documentação relativa à apresentação, operação e manutenção conforme a regulamentação em vigor.

Esta deve acompanhar todo o bem durável. Faz parte integrante do bem , devendo ser, por conseguinte, adaptada e mantida.

Nota: O conjunto da documentação técnica de uma máquina é chamado, por vezes, caderno de máquina. O caderno de máquina pode ser dividido por especialidade, tal como por exemplo, Caderno de Máquina - Mecânica.

1.5 - Duração de vida

Período durante o qual um bem cumpre uma função dentro de condições de utilização e de manutenção dadas, o qual termina quando um estado limite é atingido.

Nota 1: Esta duração separa a data da primeira colocação em serviço de um bem da data em que é definitivamente considerado não apto para cumprir a sua função. Esta duração pode ser expressa em tempo ou em outra unidade de utilização (nº de metros, nº de rotações, etc.)

Nota 2: O estado limite corresponde à decisão de cessar definitivamente a utilização do bem, qualquer que seja o motivo.

Nota 3: A duração de vida pode ser esperada, quando avaliada à priori, ou efectiva, quando avaliada à posteriori.

1.6 - Duração de funcionamento

Período durante o qual um bem cumpre efectivamente a função que lhe foi atribuida.

Nota 1: A duração de funcionanmento exprime-se em unidades de utilização.

Nota 2: O termo tempo de serviço pode ser empregue alternativamente a duração de funcionamento.

1.7 - Função

Acções de um bem ou de um dos seus componentes expressas exclusivamente em termos de finalidade.

1.8 - Função requerida

Função ou conjunto de funções de um bem cujo cumprimento é considerado necessário para o fornecimento de um dado serviço.

Nota: Uma função deste tipo pode ser uma função de serviço ou uma função técnica.

1.9 - Durabilidade

Aptidão para um bem cumprir uma função requerida nas condições de utilização e de manutenção dadas, até ao momento em que é atingido um estado limite.

Nota: A durabilidade pode ser expressa como sendo a probabilidade para um bem cumprir a sua função requerida durante uma dada duração de vida.

1.10 - Fiabilidade

Capacidade de um bem cumprir a função requerida, nas condições dadas, durante um dado intervalo de tempo.

*Nota 1:*Em termos gerais é suposto, que o bem é capaz de cumprir a função requerida no início desse intervalo.

Nota 2: O conceito de fiabilidade é vulgarmente traduzido, em termos práticos, como a capacidade de um bem ter uma baixa frequência de avarias.

Nota 3: A fiabilidade exprime-se como sendo a probabilidade de um bem cumprir uma função requerida, nas condições dadas e durante um intervalo de tempo dado ou um dado número de unidades de utilização.

1.11 - Manutibilidade

Capacidade de um bem para, em determinadas condições de utilização e durante um dado intervalo de tempo, ser mantido ou reparado, num estado que lhe permite cumprir a função requerida. Deste modo, a manutenção é efectuada nas condições dadas, recorrendo a procedimentos e a meios predefinidos.

Nota: A manutibilidade de um bem é expressa por uma lei de probabilidade.

1.12 - Disponibilidade

Capacidade de um bem estar em condições de cumprir uma função requerida nas condições dadas, num dado instante ou durante um dado intervalo de tempo, supondo que o fornecimento dos meios exteriores está assegurado.

Nota: Essa capacidade é função de uma combinação da fiabilidade, da manutibilidade e da logística de manutenção do bem.

1.13 - Segurança de funcionamento

Conjunto das capacidades de um bem que lhe permitem cumprir a sua função, no momento pretendido, durante a duração prevista, sem prejuizo para si próprio ou para o ambiente onde está inserido..

A segurança de funcionamento é caracterizada habitualmente pela fiabilidade, manutibilidade, disponibilidade e segurança.

1.14 - Utilização

Utilização de um bem com vista a obter um dado serviço.

1.15 - Utilização de referência

Utilização efectuada em condições de referência , as quais reproduzem a utilização média.

1.16 - Unidade de utilização

Grandeza escolhida para avaliar quantitativamente uma utilização.

Nota: Esta grandeza pode ser contínua como por exemplo o tempo do calendário, a distância percorrida, etc., ou discreta como por exemplo número de ciclos de utilização.

1.17 - Estado especificado

Estado no qual um bem cumpre uma função requerida de acordo com as especificações de um caderno de encargos.

Nota: Em todos os casos, as condições que definem esse estado especificado serão pelo menos iguais ao mínimo requerido pela legislação em vigor.

1.18 - Nível padrão de capacidade de utilização

Nível de estado de um bem durável situado no ponto médio da sua duração de vida potencial, o qual permite a sua utilização em condições óptimas de segurança, de durabilidade e de performance, eventualmente definidas pela sua utilização de referência.

1.19 - Outros estados

Estado de disponibilidade:

Estado efectivo de disponibilidade:

- estado de funcionamento
- estado de espera

Estado de incapacidade:

- estado de incapacidade por causas exteriores

Estado de indisponibilidade:

Estado de incapacidade:

- estado de indisponibilidade após avaria (ou antes de rearranque)
- estado de indisponibilidade por manutenção preventiva
- estado de indisponibilidade por restrições de utilização

1.20 - Tempos associados

Noções temporais relativas aos:

- estados de um bem
- características de fiabilidade, manutibilidade, disponibilidade

2.2.2 - Acções de Manutenção

2.1 - Inspecção

Acção de vigilância que é efectuada no âmbito de uma missão definida. Não é obrigatoriamente limitada à comparação com dados pré-estabelecidos.

Nota: No âmbito da manutenção, esta actividade pode ser efectuada pelo utilizador do bem ou por técnicos de manutenção através das "rotas".

2.2 - Controlo

2.1-Acção de medir, examinar, comparar com um padrão, testar, uma ou várias características de um bem e de a (as) comparar com as exigências específicas com vista a estabelecer a sua conformidade.

2.2-Verificação da conformidade de características de um bem com dados pré-estabelecidos, seguido de uma decisão.

Nota 1: O controlo pode: comportar uma acção de informação, incluir uma decisão (aceitação, rejeição, adiamento), desencadear acções correctivas ou preventivas.

Nota 2: O controlo é designado por Verificação, por exemplo, no domínio da Metrologia Industrial.

2.3 - Visita

Acção de manutenção preventiva que consiste no exame detalhado e predeterminado de todos (visita geral) ou parte (visita limitada) dos diferentes componentes do bem e que podem implicar operações de manutenção de primeiro nível.

Nota: Certas operações de manutenção correctiva podem ser efectuadas na sequência de anomalias detectadas durante a visita.

2.4 - Vigilância do Comportamento

Acção realizada manual ou automaticamente, destinada a observar o estado de um bem e a sua evolução.

Nota 1: A vigilância automática pode ser efectuada de uma forma interna ou externa ao bem.

Nota 2: A vigilância automática pode ser assegurada por dispositivos de detecção instalados nos bens a vigiar, ligados a um computador com o programa no qual estão todos os valores de alerta e alarme, por forma que, quando forem atingidos, sejam geradas as sinalizações correspondentes.

2.5 - Localização

Acção através da qual se procura, com rigor, qual (is) o(s) componente(s) envolvido(s) na avaria. Por vezes é utilizado o termo "despistagem", para o mesmo significado.

2.6 - Diagnóstico

Acção que consiste em identificar a(s) causa(s) provável(is) da(s) avaria(s) ou da evolução de um ou vários parâmetros significativos de degradação com a ajuda de um raciocínio lógico baseado num conjunto de informações.

Nota: O diagnóstico permite confirmar, completar ou modificar as hipóteses adiantadas sobre a origem e a causa da avaria, e de definir as acções de manutenção correctiva necessárias.

2.7 - Desempanagem

Acção tomada imediatamente após a ocorrência da avaria do bem, com vista a permitir que este cumpra a função necessária, pelo menos provisoriamente.

Nota: Tendo em conta o objectivo, uma acção deste tipo pode ter resultados provisórios e condições de realização fora das regras dos procedimentos, mesmo em termos de custo e qualidade, pelo que neste caso será seguida de uma intervenção de reparação.

2.8 - Reparação

Acção definitiva e limitada da manutenção após a ocorrência de uma avaria.

Nota 1: A reparação apresenta um caracter permanente.

Nota 2: Uma reparação pode incluir as seguintes acções: localização, diagnóstico, controlo, teste, etc.

Nota 3: A reparação é uma acção de manutenção curativa.

2.9 - Substituição padrão

Acção de substituição de um componente idêntico, novo ou reparado de modo que cumpre as especificações de origem.

2.10 - Revisão

Conjunto das operações de manutenção efectuadas tendo em vista garantir o bem contra todas as avarias mais problemáticas ou críticas durante um tempo ou um dado número de unidades de utilização.

Nota: É habitual distinguir-se, de acordo com o âmbito, as revisões parciais das revisões gerais. Em ambos os casos esta acção implica a imobilização de diferentes componentes.

2.11 - Renovação

Inspecção completa de todos os componentes, restabelecimento completo das dimensões ou substituição das peças deformadas, verificação das características e eventualmente reparação dos componentes e sub-conjuntos avariados, conservação das peças boas.

Nota: A renovação aparece como uma das possíveis formas de uma revisão geral.

2.12 - Verificação

Conjunto de operações efectuadas a fim de constatar e confirmar que o instrumento de medição satisfaz inteiramente as respectivas exigências regulamentares, podendo ser efectuado por um organismo do serviço nacional de metrologia (ou por um outro organismo legalmente autorizado), ou pelo laboratório interno. É uma acção com um grau de exigência e de garantia inferior à Calibração, não implicando o cálculo de uma incerteza, limitando-se a fornecer informação sobre o erro do instrumento de medição. Estas acções pertencem ao domínio da metrologia industrial e são efectuadas, ou acompanhadas, pelo Laboratório de Metrologia..

2.13 - Calibração

Conjunto de operações que tem por objectivo determinar o valor dos erros e da incerteza de medição de um padrão ou instrumento de medição, podendo minimizar-se através do seu ajuste, quando possível, ou sendo apenas expresso mediante tabela ou curva de correcção. Implica o cálculo de uma incerteza e de um erro. Estas acções pertencem ao domínio da metrologia industrial e são efectuadas, ou acompanhadas, pelo Laboratório de Metrologia.

2.2.3 - Acções de Manutenção Especiais

3.1 - Reconstrução

Reposição no estado definido pelo caderno de encargos inicial, se este existir, ou reposição no estado definido pela documentação técnica, que impõe a substituição de componentes vitais por componentes de origem ou componentes novos equivalentes.

Na reconstrução pode estar contida uma modernização ou uma modificação do bem.

Nota 1: As modificações efectuadas podem permitir melhorar, para além da manutenção e da durabilidade, a capacidade de produção, a eficiência, a segurança, a fiabilidade e a manutibilidade intrínseca.

Nota 2: A renovação ou reconstrução do bem pode dar lugar, para certos componentes, à realização de substituições padrão.

3.2 - Modernização

Substituição de equipamentos, acessórios e aparelhos ou eventualmente de programas, que, graças a evoluções técnicas não existentes no bem de origem, permite um melhoramento do desempenho do bem.

Nota: Esta operação pode ser executada, também, no caso de uma renovação ou de uma reconstrução.

3.3 - Modificação

É uma acção com carácter definitivo efectuada sobre um bem tendo em vista melhorar o seu funcionamento, ou modificar as suas características de aplicação. Por vezes é também chamada de "melhoramento".

3.4 - Instalação

Esta intervenção consiste na realização de um conjunto de tarefas, que obedecem a um plano pré-definido, por forma que seja realizada a colocação do material no respectivo local, para este desempenhar uma determinada função predefinida.

Nota: Como exemplos de instalações podemos referir: a passagem de um cabo de sinal de computador, a passagem de uma canalização de água, a realização de uma instalação de cabos de sinal de computador, de telefone, de alimentação da UPS e Uso Geral num conjunto de gabinetes.

3.5 - Montagem

Esta intervenção é apenas considerada na colocação material de qualquer tipo de equipamento industrial e dos seus acessórios, no local predefinido. Estão nela incluidas todas as actividades necessárias para que os diferentes componentes desse equipamento sejam colocados na devida posição relativa, por forma que a entidade final seja construida e assim possa desempenhar a sua função. Engloba todas as actividades desencadeadas para montar ou desmontar uma máquina, por exemplo. Pode implicar a realização de instalações.

3.6 - Colocação em Serviço

Conjunto das acções efectuadas sobre um bem para que este possa cumprir a sua função. A colocação em serviço de uma máquina, por exemplo, é efectuada após a fase de montagem, e consiste, em termos básicos, no teste dos diferentes componentes e respectivas funções, bem como, na sua fase final, na realização dos testes de funcionamento da máquina.

2.2.4 - Eventos e Outras Actividades de Manutenção

4.1 - Preparação

Descrição completa da intervenção a realizar, incluindo o conjunto de informações que relativas às acções, aos testes, regulações, ajustes e modificações necessárias à obtenção de uma função requerida.

4.2 - Recepção

Acto de receber o bem por parte do cliente e que implica uma análise preliminar do mesmo, no que respeita principalmente ao número e estado das embalagens, bem como à documentação que é entregue.

4.3 - Aceitação

Decisão pronunciada pelo cliente no momento em que o bem ou os trabalhos executados são avaliados em conformidade com as especificações do mercado, do contrato ou da encomenda. No momento da aceitação definitiva é efectuada a transferência de propriedade.

Nota: A aceitação tem habitualmente duas fases, podendo ser preliminar ou definitiva e ser ou não condicional. Pode contudo existir uma fase inicial de aceitação provisória, a qual pode ser efectuada nas instalações do fornecedor.

4.4 - Protecção

Conjunto das acções que devem ser efectuadas para assegurar a integridade do bem durante os períodos de manifestação de agressividade ambiental superior ao nível definido na utilização de referência.

4.5 - Conservação

Conjunto das acções que devem ser efectuadas para assegurar a integridade do bem durante os períodos prolongados de não utilização.

4.6 - Teste(s)

Conjunto das acções que devem ser realizadas com o objectivo de o bem cumprir a função requerida.

Nota: É utilizado, também com o mesmo significado o termo "ensaio".

4.7 - Falha

Cessação da capacidade de um bem cumprir a função requerida.

Nota: Uma outra designação habitualmente adoptada para falha é "avaria".

4.8 - Falha parcial

Falha após a qual o bem só pode cumprir uma parte das funções requeridas, ou cumpre mas com performances limitadas.

4.9 - Falha progressiva

Falha devida a uma evolução no tempo das características de um bem.

Nota: Habitualmente, uma falha progressiva pode ser prevista através de uma inspecção ou de um controlo anterior, podendo, por vezes, ser evitada através da implementação de uma determinada política de manutenção.

4.10 - Falha completa

Falha de um bem que se traduz pela sua incapacidade de cumprir todas as funções requeridas.

4.11 - Falha instantânea

Falha brutal devida a uma evolução quase instantânea das características de um bem.

4.12 - Causa da Falha

Conjunto das circunstâncias associadas à concepção, utilização e manutenção, que implicaram o aparecimento de uma falha.

4.13 - Modo de falha

Processo que, a partir de uma causa interior ou exterior ao bem, leva à falha do bem considerado.

4.14 - Desclassificação

Acção através da qual um bem é incluido numa classe de utilização menos exigente.

4.15 - Reforma

Acção administrativa através da qual é decidido excluir de toda a utilização, um bem utilizado dado que foi constatada a incapacidade total ou parcial de cumprir a função requerida e que já não é possível proceder à sua desclassificação.

4.16 - Abate

Acção técnica que tem por objectivo a destruição material de um bem após decisão de colocação na reforma, de acordo com a regulamentação em vigor.

Nota: É por vezes importante considerar a recuperação de componentes ou sub-sistemas, do bem reformado, tendo em atenção o estado em que se encontram, os quais possam ser utilizados para efectuar operações sobre outros bens.

2.2.5 - Garantias

5.1 - Garantia legal

Garantia acordada pelo vendedor para proteger o comprador contra consequências de defeitos do bem vendido ou do serviço prestado em conformidade com a legislação em vigor.

5.2 - Garantia contratual

Garantia concedida pelo vendedor ou prestador de serviço, sob a forma de um contrato.

Nota: A diferença é que, contrariamente à garantia contratual, a garantia legal é de aplicação implícita e sistemática. A garantia contratual é dada como complemento da garantia legal, sem nunca a substituir.

5.3 - Serviço após-venda

Conjunto de prestações propostas pelo vendedor interveniente após a conclusão de um contrato de venda.

2.2.6 - Indicadores e Custos de Manutenção

6.1 - Indicador

Informações obtidas a partir de dados recolhidos, associadas a um fenómeno, e que são destinadas a garantir uma observação periódica das evoluções das situações face a objectivos previamente definidos.

Nota: A análise desses indicadores deve permitir definir as acções a implementar.

Um indicador permite:

» Medir objectivamente uma realidade

» Controlar o cumprimento dos objectivos operacionais

» Comparar dados

Conjunto das circunstâncias associadas à concepção, utilização e manutenção, que implicaram o aparecimento de uma falha.

4.13 - Modo de falha

Processo que, a partir de uma causa interior ou exterior ao bem, leva à falha do bem considerado.

4.14 - Desclassificação

Acção através da qual um bem é incluido numa classe de utilização menos exigente.

4.15 - Reforma

Acção administrativa através da qual é decidido excluir de toda a utilização, um bem utilizado dado que foi constatada a incapacidade total ou parcial de cumprir a função requerida e que já não é possível proceder à sua desclassificação.

4.16 - Abate

Acção técnica que tem por objectivo a destruição material de um bem após decisão de colocação na reforma, de acordo com a regulamentação em vigor.

Nota: É por vezes importante considerar a recuperação de componentes ou sub-sistemas, do bem reformado, tendo em atenção o estado em que se encontram, os quais possam ser utilizados para efectuar operações sobre outros bens.

2.2.5 - Garantias

5.1 - Garantia legal

Garantia acordada pelo vendedor para proteger o comprador contra consequências de defeitos do bem vendido ou do serviço prestado em conformidade com a legislação em vigor.

5.2 - Garantia contratual

Garantia concedida pelo vendedor ou prestador de serviço, sob a forma de um contrato.

Nota: A diferença é que, contrariamente à garantia contratual, a garantia legal é de aplicação implícita e sistemática. A garantia contratual é dada como complemento da garantia legal, sem nunca a substituir.

5.3 - Serviço após-venda

Conjunto de prestações propostas pelo vendedor interveniente após a conclusão de um contrato de venda.

2.2.6 - Indicadores e Custos de Manutenção

6.1 - Indicador

Informações obtidas a partir de dados recolhidos, associadas a um fenómeno, e que são destinadas a garantir uma observação periódica das evoluções das situações face a objectivos previamente definidos.

Nota: A análise desses indicadores deve permitir definir as acções a implementar.

Um indicador permite:

» Medir objectivamente uma realidade

» Controlar o cumprimento dos objectivos operacionais

» Comparar dados

» Decidir com conhecimento de causa

6.2 - Razão

Indicador particular constituido por uma relação entre dois dados elementares.

6.3 - Custo de manutenção

Custo directamente imputável à manutenção. Os custos de manutenção podem ser analisados por natureza e por destino, bem como por tipo de intervenção. Como exemplos de custos de manutenção, em termos da sua natureza, podemos referir:

» Pessoal
» Ferramentas e equipamentos de manutenção
» Produtos e materiais consumidos (peças de reserva, óleo, massa, ...)
» Sub-contratação

6.4 - Custo de indisponibilidade

Conjunto dos custos directos e indirectos devidos à indisponibilidade do bem, à excepção do custo de manutenção. Como exemplos de custos de indisponibilidade podemos referir:

» Custos de perda de produção devidos à não-produção e à não-qualidade
» Custos extras de produção
» Falta de ganho de produção
» Penalidades comerciais
» Consequências sobre a imagem de marca da empresa

6.5 - Custo de falha

Custo que integra o conjunto dos custos de manutenção correctiva e os custos de indisponibilidade devidos à falha do bem.

6.6 - Custo de modificação

Custo gerado por uma modificação realizada sobre um bem.

6.7 - Custo de destruição

Custo gerado pelo abatimento de um bem.

6.8 - Custo global do ciclo de vida

Conjunto dos custos gerados durante a vida do bem para uma dada utilização.

Nota: Para um utilizador, o custo global de ciclo de vida pode compreender os custos dos estudos de aquisição, de instalação e de colocação em serviço, a formação do pessoal, arranque da manutenção e de modificações e melhoramentos, e por fim de reforma e de desmontagem.

6.9 - Custo global de referência

Conjunto das despesas previsíveis a suportar pelo utilizador para a aquisição de um bem correspondente a uma dada utilização de referência e a um dado período de utilização.

6.10 - Custo médio de unidades de utilização

Relação entre o custo global de referência e o período de utilização estimada em unidades de utilização.

6.11 - Valores de bens para reutilização

O valor de um bem não tem nada de absoluto; ele é, pelo contrário, relativo e essencialmente função das convenções segundo as quais seremos levados a o determinar. É portanto uma definição casuística.

6.12 - Valor de aquisição do bem novo

Preço de venda do bem novo considerado, expresso em moeda corrente, à data da sua aquisição.

Nota: A determinação desse valor é efectuada com base em informações com uma origem precisa e comprovada.

6.13 - Valor de substituição do bem novo

Preço de venda do bem novo idêntico, ou que realiza as mesmas funções, no dia da avaliação.

6.14 - Valor de utilização

Valor de substituição calculado sobre a base do serviço prestado, tendo em conta a idade e a obsolescência técnica.

Nota: Este valor é função do rendimento e da utilização do bem.

6.15 - Valor comercial

Valor comercial constatado do bem, ligado à lei da oferta e da procura.

6.16 - Estados de referência de bens para reutilização

Os estados de referência dos bens para reutilização, obtidos por comparação entre a capacidade para a utilização do bem e um nível standard de capacidade para utilização, são definidos na directiva comunitária 91/368 CEE.

2.2.7 - Noções Gerais Sobre Manutenção Industrial

7.1 - Manutenção

Conjunto das actividades destinadas a manter ou a restabelecer um bem num estado ou em dadas condições de segurança de funcionamento, para cumprir uma função requerida. Estas actividades são uma combinação de actividades técnicas, administrativas e de gestão.

7.2 - Estratégia de manutenção

Conjunto dos princípios que guiam a organização das actividades de manutenção.

7.3 - Política de manutenção

Orientação e objectivos gerais de uma empresa no que respeita à manutenção, sendo expressos formalmente pela direcção geral da empresa.

7.4 - Programa de manutenção

Conjunto formado pela estrutura organizacional, pelas responsabilidades, pelos procedimentos e pelos recursos necessários para implementar a política de manutenção. Em determinados casos o programa de

manutenção é também a sequência das diferentes intervenções que devem ser realizadas, e que resultam das indicações fornecidas pelos diferentes planos significativos.

7.5 - Plano de manutenção

Documento que expõe os modos operatórios, os recursos e a sequência das actividades ligadas à manutenção de um bem.

7.6 - Logística de manutenção

Conjunto de meios humanos, organizacionais, materiais (peças de reserva e ferramentas), e imateriais (documentação técnica e software) necessários nas condições dadas, à manutenção de um bem em conformidade com uma dada política de manutenção.

Nota: As condições dadas respeitam ao próprio bem, bem como as condições nas quais esse bem é utilizado e para as quais se assegura a sua manutenção.

7.7 - Peça

Parte do bem considerado, a qual não é desmontada nem dividida durante uma operação de manutenção.

Nota: A possibilidade de desmontagem é função do nível de manutenção considerado.

7.8 - Peça de reserva

Peça destinada a substituir uma peça idêntica que se encontra defeituosa ou degradada num bem considerado, em conformidade com a política de manutenção.

7.9 - Peça de funcionamento

Peça que faz parte integrante de um bem material e que, durante a duração normal de vida desse bem material, sofre deteriorações previsíveis necessitando de uma ou de várias correcções ou substituições.

7.10 - Peça de desgaste

Peça concebida para se deteriorar através de acção de desgaste.

Nota: Existem peças deste tipo que são, por vezes denominadas de "consumíveis".

2.2.8 - Tipos de Manutenção Industrial

8.1 - Manutenção Correctiva - Conjunto das actividades realizadas após a ocorrência de uma falha ou a degradação da função de um bem, por forma a permitir que este cumpra a sua função, pelo menos provisoriamente.

A manutenção correctiva implica:

» A localização da avaria e o respectivo diagnóstico.

» A reparação provisória ou definitiva da avaria.

» O controlo do bom funcionamento.

8.1.1 - Manutenção Paliativa - Actividades de manutenção correctiva destinadas a permitir que um bem cumpra provisoriamente, na totalidade ou em parte, a sua função.

Nota: Por vezes a manutenção paliativa é chamada de "desempanagem", sendo constituida principalmente por acções com carácter provisório as quais devem ser seguidas de acções curativas.

8.1.2 - Manutenção Curativa - Actividades de manutenção correctiva que têm por objectivo repor o bom funcionamento de um bem, permitindo que o mesmo desempenhe a sua função.
O resultado das actividades realizadas deve apresentar um carácter permanente. Estas actividades podem ser:

» Reparações

» Modificações ou melhoramentos cujo objectivo é suprimir a ocorrência de avarias.

8.2 - Manutenção Preventiva - Manutenção cujo objectivo é a redução da probabilidade de ocorrência de avarias ou de degradação de um bem. As intervenções correspondentes são desencadeadas de acordo com:

» Um plano estabelecido a partir de um número predeterminado de unidades de utilização.

» E/ou critérios predeterminados correspondentes ao estado de degradação de um bem.

8.2.1 - Manutenção Sistemática - Manutenção preventiva efectuada de acordo com um plano estabelecido a partir de um número predeterminado de unidades de utilização.

8.2.2 - Manutenção Condicionada - Manutenção preventiva subordinada à ultrapassagem de um valor limite predeterminado de uma variável, o qual corresponde ao estado de degradação de um bem.
O valor da variável pode ser fornecido por exemplo por detectores, ou por transdutores, se pensarmos em sistemas automáticos ou por valores lidos por técnicos com o auxílio de instrumentos de medição.

8.2.3 - Manutenção Preditiva

Manutenção subordinada à análise estatística dos dados, com o objectivo de elaborar previsões da evolução das tendências do estado do bem. A data para efectuar cada intervenção é definida com base na evolução da tendência e não com base, directamente, nos dados recolhidos através da medição directa de um parâmetro, como acontece na manutenção condicionada. Os dados nos quais se baseiam todos os cálculos estatísticos são recolhidos nas acções de manutenção condicionada.

Nota: A manutenção preditiva não pode existir sem que esteja implementada a manutenção condicionada, caso contrário não estariam disponíveis os dados necessários para efectuar todos os indispensáveis cálculos estatísticos .

8.2.4 - Manutenção Proactiva

Em termos básicos a manutenção proactiva implica a realização das acções de manutenção com base nas causas concretas e profundas da falha, em vez de, à semelhança da manutenção condicionada ou preditiva, serem efectuadas com base nos sintomas da falha dos bens, ou, como acontece na manutenção sitemática, serem efctuadas com base no número de unidades de utilização.

O principal objectivo da manutenção proactiva é evitar as condições subjacentes que levam à ocorrência de falhas nos bens. Diz-se que este tipo de manutenção é *proactivo à falha*, enquanto que os tipos tradicionais são *reactivos à falha*.

Nota 1: No que se refere à manutenção mecânica podemos referir como exemplo que é a manutenção que define acções com base na necessidade de eliminação das causas e não nos sintomas do desgaste.

Nota 2: O primeiro passo para a implementação da manutenção proactiva é a implementação de um plano de controlo da contaminação dos fluídos de lubrificação, fluídos hidráulicos, fluídos de transmissões.

2.2.9 - Níveis de Manutenção Industrial

9.1 - Níveis de Manutenção- Caracterização da complexidade das intervenções de manutenção no que respeita aos procedimentos e/ou utilização dos equipamentos de manutenção necessários.
As intervenções dos três primeiros níveis implicam um conhecimento profundo dos materiais e de um dado sistema, ou seja, dos produtos, dos processos e dos equipamentos.
As intervenções de quarto e quinto níveis dizem respeito a técnicas ou tecnologias particulares e podem ser comuns a vários produtos e/ou processos.

9.2 - Manutenção de 1º nível - Intervenções simples que são necessárias para a utilização do bem, as quais são realizadas sobre componentes facilmente acessíveis em total segurança com auxílio de ferramentas simples.
Como exemplos destas intervenções podemos referir as regulações ou inspecções necessárias para o funcionamento; as intervenções elementares de manutenção preventiva (certas lubrificações); a substituição de consumíveis ou acessórios (fita de impressora, pilhas, lâmpadas,etc.).

9.3 - Manutenção de 2º nível - Intervenções que necessitam de procedimentos simples e/ou ferramentas de utilização simplificada.
São consideradas neste nível, a título de exemplo, as intervenções em que são efectuados controlos das características dos componentes, algumas regulações e as reparações que impliquem substituições de componentes simples.

9.4 - Manutenção de 3º nível - Intervenções que necessitam de procedimentos complexos e/ou ferramentas de utilização complexa.
Estão incluidas neste nível, por exemplo, as regulações gerais, os realinhamentos, as operações de manutenção sistemática delicadas, as reparações que implicam a substituição de componentes e/ou sistemas complexos.

9.5 - Manutenção de 4º nível - Intervenções que implicam um elevado grau de conhecimento de uma técnica ou tecnologia particular e/ou a utilização de ferramentas complexas.
A título de exemplo podemos citar as intervenções de reparação que implicam a substituição de componentes ou sistemas complexos, as reparações especializadas, a verificação e a calibração de instrumentos de medição, etc.
Pode afirmar-se que são todos os trabalhos importantes de manutenção preventiva e correctiva exceptuando a renovação e a reconstrução.

9.6 - Manutenção de 5º nível - Intervenções de manutenção cujos procedimentos implicam um profundo conhecimento, que obrigam ao domínio total de técnicas e/ou tecnologias particulares, de processos e/ou equipamentos de manutenção industriais.
São integradas neste nível as intervenções de renovação e reconstrução.

2.2.10 - Escalões de Manutenção Industrial

10.1 - Escalões de Manutenção - Caracterização e posição dos meios de execução das operações de manutenção.

Nota 1: Os escalões de manutenção traduzem a organização existente na manutenção do utilizador. Cada sistema de manutenção pertencente a cada utilizador implica a definição clara dos seus escalões.
Nota 2: O escalão de manutenção está intimamente ligado à competência do pessoal, aos equipamentos de apoio disponíveis, etc..

10.2 - 1° Escalão

Meios de manutenção (materiais, software, pessoal, etc.) disponiveis em permanência na empesa.

10.3 - 2° Escalão

Meios móveis na empresa (equipamentos, oficinas ou equipas móveis)

10.4 - 3° Escalão

Meios (oficinas,armazéns, pessoal, etc.) pertencentes a um centro de manutenção secundário ou de uma área restrita.

10.5 - 4° Escalão

Meios (oficinas, armazéns, pessoal, etc.) de um centro de manutenção principal ou nacional.

2.2.11 - Conceitos Relativos a Contratos de Manutenção Industrial

A gestão de contratos de manutenção é das actividades de manutenção que maior importância tem actualmente. Por este motivo são apresentadas neste ponto, as definições dos termos mais significativos no âmbito dos contratos de manutenção. Todas as definições anteriormente apresentadas são igualmente válidas para os contratos de manutenção.

11.1 - Empresa exterior

Toda a empresa juridicamente independente da empresa utilizadora que coloca o seu pessoal a trabalhar nas instalações de uma outra empresa utilizadora, existindo ou não uma relação contratual entre a empresa utilizadora e essa empresa. Essa empresa exterior pode ser uma empresa interveniente ou sub-contratada.

Nota: Por vezes são utilizados os termos "contratada", "fornecedor", prestador" e "titular do contrato".

11.2 - Empresa utilizadora

Empresa "receptora" onde a operação é efectuada por pessoal pertencente a outras empresas, quando esse pessoal não está sob a sua total orientação e direcção (excluindo o trabalho temporário), existindo ou não uma relação contratual com as empresas exteriores intervenientes ou sub-contratadas. A empresa utilizadora não é obrigatoriamente proprietária das instalações de execução dos trabalhos. Ela pode ser "locatária", "exploradora" ou "gestora".

Nota: Por vezes são utilizados os termos "comprador, "cliente", "contratador" e "utilizador".

11.3 - Inventário de partida

Levantamento dos bens que estão integrados no contrato. Para cada bem são avaliados os parâmetros técnicos, económicos, as condições de utilização, até à data do inventário, para permitir a elaboração da definição de uma prestação de manutenção, ou a determinação de um estado em função da durabilidade residual.

Nota: Este inventário pode ser realizado por uma ou por outra das partes, ou ainda por uma terceira entidade.

11.4 - Contrato de meios

Contrato através do qual uma empresa exterior se compromete a colocar à disposição de uma empresa utilizadora os meios julgados necessários para realizar uma determinada prestação, sem que ela seja implicada na realização de um objectivo quantificado.

Nota 1: Os meios podem ser:

» materiais (peças, ferramentas, etc.)

» imateriais (software, etc.)

» humanos

Nota 2: Os meios julgados necessários são definidos contratualmente.

11.5 - Contrato de resultados

Contrato através do qual uma empresa exterior se compromete a realizar uma prestação devidamente definida por um ou vários objectivos devidamente quantificados e a apresentar a prova da cumprimento desses objectivos nas condições dadas.

Nota 1: As condições dadas podem integrar:

» as restrições ligadas à utilização dos bens, tais como a disponibilidade, a fiabilidade, a segurança, etc.

» o atraso no alcance dos objectivos

» os custos associados

» o ambiente, etc.

Nota 2: A prova pode ser apresentada a partir de medições ou cálculos efectuados de comum acordo entre as duas partes conforme os procedimentos previstos no contrato.

2.2.12 - Conceitos Diversos Relativos à Manutenção Industrial

Existe uma série de conceitos que não se enquadram nos pontos anteriores mas que são fundamentais para a compreensão integral de toda a dissertação, pelo que serão apresentados neste ponto separado.

12.1 - Entidade

É tudo o que é real ou abstracto e que é relevante para a manutenção industrial. Este conceito é dado no âmbito dos sistemas de informação.

Nota: Na técnica de modelação orientada ao objecto as entidades do mundo real são representadas por objectos no modelo.

12.2 - Modelo

Representação do que se pretende reproduzir. O modelo inclui a representação de todas as entidades do sistema e as respectivas relações entre as mesmas. É um conceito que é dado no âmbito dos sistemas de informação.

12.3 - Intervenção Externa

Incluem-se nesta definição todas as intervenções realizadas por uma empresa fornecedora nas instalações da empresa cliente.

12.4 - Intervenção no Exterior

Incluem-se nesta definição todas as intervenções realizadas pela manutenção fora da instalações da empresa.

12.5 - Intervenção Interna

Incluem-se nesta definição todas as intervenções realizadas pela manutenção no interior das instalações da empresa onde presta o seu serviço regularmente e de um modo permanente.

2.3 - Sistemas de Informação

2.3.1 - Introdução

O Sistemas de Informação têm actualmente dois tipos de suporte, sendo um, o tradicional papel, e o outro o baseado em sistemas computacionais.

Numa época em que o recurso às mais modernas tecnologias da informação tornou banal a utilização do computador, agravada pela obrigatória minimização dos custos e também pela necessária garantia de rastreabilidade motivada pela Certificação da Qualidade, é fundamental considerar a Gestão da Manutenção Industrial Assistida por Computador como um passo obrigatório para garantir a competitividade de qualquer empresa.

O recurso aos sistemas de informação da manutenção industrial baseados em computadores funciona como uma ferramenta fundamental para a optimização da manutenção. A especificação, o *design* e a implementação, devidamente planeadas, de um Software de Manutenção, obrigam a uma re-engenharia da manutenção.

Convirá, no entanto ressalvar que, qualquer sistema de informação na manutenção, por melhor concebido que esteja, só atingirá os seus objectivos, como em qualquer função integrada numa indústria, se existir uma organização e uma gestão capazes de o suportar.

Na tabela 2.3.1/1 são apresentadas, de uma forma resumida e não exaustiva, as vantagens de cada um dos pontos que podem ser incluidos num pacote de Software de Gestão da Manutenção, sobre os principais aspectos que devem ser considerados dentro de cada um dos principais sectores envolvidos.

Os resultados, não as vantagens, que se podem retirar actualmente da implementação de um sistema de Gestão da Manutenção Assistida por Computador, são as seguintes [18]:

- » Automatização das tarefas manuais de tratamento e difusão de grandes quantidades de informação técnica e económica
- » Disponibilidade de informação permanentemente actualizada e convenientemente tratada
- » Rápido acesso a qualquer tipo de informação de modo a permitir tomar decisões claras e precisas sem que isso represente uma sobrecarga de trabalho
- » Todos os níveis hierárquicos dispõem de informação adequada para o bom desempenho da suas funções
- » Eliminação da limitação na resolução de problemas que obrigassem a um recurso a numerosos meios manuais. Esta solução, que implicaria elevados custos e muitas vezes elevados atrasos, seria impraticável actualmente, pois iria levar a área de manutenção da empresa a "perder dinheiro".

Existem actualmente duas tendências claramente distintas de abordagem ao problema da informatização da manutenção e que são o desenvolvimento de um sistema de informação próprio, ou seja em função das necessidades da manutenção da empresa cliente e a adaptação de um software já comercialmente disponível. Estas duas formas de converter uma função de manutenção convencional de qualquer empresa numa função manutenção "computorizada", são traduzidas, no primeiro caso pela ideia da aplicação informática desenvolvida após ser efectuada uma especificação de requisitos com o cliente da aplicação e no segundo caso temos, aquela que é a forma mais generalizada actualmente, e que consiste na adaptação de uma aplicação informática, comercialmente disponível, para ser utilizada na manutenção industrial.

A abordagem que é apresentada nesta dissertação permite que, de uma forma estruturada e rápida, qualquer das técnicas seja utilizada, embora tenha maior probabilidade de obter melhores resultados práticos no caso do desenvolvimento de uma solução à própria, principalmente devido ao "atraso" que ainda se regista nos sistemas de informação computorizados para a manutenção industrial. Estes atrasos estão relacionados com o ainda baixo número de sistemas que encontramos no mercado que sejam desenvolvidos segundo a abordagem orientada ao objecto e que permitam a topologia do tipo cliente/servidor.

Dentro dos Sistemas Informáticos do tipo ou GMAC (Gestão da Manutenção Assistida por Computador), cuja designação utilizada na língua inglesa é CMMS (Computorized Maintenance Management Systems) e na língua francesa é GMAO (Gestion de Maintenance Assistée a Ordinateur) actualmente existentes, temos soluções que vão desde a centralização da base de dados e reduzida facilidade de utilização, dos que correm em AS 400 e utilizam o seu interface com o utilizador, até aos que actualmente são os mais procurados dadas as suas facilidades de utilização, que são os que correm em ambiente Windows, embora estejam limitados pelo tamanho das bases de dados ou pelos finalmente revolucionadores sistemas que utilizam a topologia Cliente/Servidor. Contudo se a esta facilidade de utilização aliarmos a capacidade que lhe é conferida pela utilização de bases de dados distribuidas então estamos perante, com toda a certeza, a solução do futuro.

Este futuro já não é uma miragem pois, através do alargamento da utilização de determinados sistemas operativos, tecnologicamente mais evoluidos, é possível manter em segurança redes de PC's. Deste modo os postos do tipo terminal irão, dentro em breve, dentro dos sistemas de informação computorizados para manutenção, ser condenados ao desaparecimento, até porque cada posto para além das funções relacionadas com o Sistema de Informação permite a utilização de uma série de outros pacotes de Software que são fundamentais para o trabalho dos técnicos de manutenção no seu dia-a-dia, como sejam os programas de desenho técnico, ou os programas de processamento de texto.

Um sistema do tipo Cliente/Servidor permite atingir o ponto mais alto do desenvolvimento tecnológico no que respeita aos sistemas de informação, sendo apenas utilizado actualmente em grandes instalações.

2.3.2 - Pacotes de Software Disponíveis

A quantidade de pacotes de software disponíveis nos diferentes mercados mundiais é realmente notável e surpreendente. A revista AIPE FACILITIES (American Institute of Plant Engineers) de Setembro/Outubro de 1995, apresentava um estudo no qual eram analisados mais de 75 pacotes de software do tipo CMMS.

Alguns dos pacotes de software disponíveis no mercado nacional e internacional, que estão dirigidos para a Gestão da Manutenção Industrial são apresentados na tabela 2.3.2/1 [18] [Informação Acedida via Internet].

2.3.3 - Selecção do Pacote de Software

A selecção do Pacote de Software implica a avaliação correcta da situação, numa primeira fase, a criação do Modelo Integrado de Manutenção Industrial e, por fim, a definição das prioridades para os diferentes requisitos e objectivos. Terão de ser colocadas e devidamente respondidas uma série de questões fulcrais para o processo tais como:

» O sistema será usado para Manutenção Planeada com a respectiva programação ?
» Deverá possuir um Sistema de Requisições de Intervenção ?
» Deverá possuir um Sistema de Gestão de Bens ?
» Deverá permitir a integração com outras aplicações ?
» Quem irá utilizar o sistema ? Esses utilizadores estão preparados para a utilização ? O que fazer para passarem a estar ?
» Deve o sistema obedecer a normas nacionais e internacionais como por exemplo, às ISO 9000 ?
» Qual é a segurança que o sistema deve oferecer ?
» O sistema deve ou não suportar a Subcontratação ?

Tabela 2.3.1/1 - Vantagens da inclusão de diferentes funcionalidades no Software de Manutenção - Parte 1

	MANUTENÇÃO				PRODUÇÃO				COMPRAS		EMPRESA
	Produtividade	Organização	Eficácia da Gestão	Custos	Tempos de Espera	Perturbação Planeamento de Produção	Tempo de Paragem Não Programada	Ciclo de Vida Equipamentos	Dimensão dos Stocks	Compras	Comunicação
EDI	↗	↗	↗	↘	↘	—	—	—	—	—	↗
Possibilidade de Comunicação com outras Aplicações	—	↗	↗	↘	—	—	—	—	—	—	↗
Recurso a Código de Barras	↗	—	↗	↘	—	—	—	—	—	—	—
Recurso a Ecrã Táctil (Touch-Screen)	↗	—	—	↘	—	—	—	—	—	—	—
Procura de Pessoas - Paging	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	—	—	—	—
Programação de Trabalhos	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—
Planeamento das Intervenções	↗	↗	↗	↘	—	↘	↘	↗	↘	↘	—
Controlo e Seguimento da Execução dos Trabalhos	↗	↗	↗	↘	—	↘	↘	↗	↘	↘	—
Orçamentação	—	—	↗	↘	—	—	—	—	↘	↘	—
Controlo de Custos	—	—	↗	↘	—	—	—	—	↘	↘	—
Suporte à Subcontratação	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—
Gestão de Documentação	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	—	—	—	—
Registo de Equipamentos	—	↗	↗	↘	↘	—	—	—	↘	↘	—
Registo de Recursos Humanos	—	↗	↗	↘	—	—	—	—	—	—	—
Histórico de Equipamentos	—	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—
Histórico de Intervenções	—	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—
Histórico de Recursos Humanos	—	↗	↗	↘	—	—	—	—	—	—	—

Tabela 2.3.1/1 - Vantagens da inclusão de diferentes funcionalidades no Software de Manutenção - Parte 2

	MANUTENÇÃO				PRODUÇÃO				COMPRAS		EMPRESA
	Produtividade	Organização	Eficácia da Gestão	Custos	Tempos de Espera	Perturbação Planeamento de Produção	Tempo de Paragem Não Programada	Ciclo de Vida Equipamentos	Dimensão dos Stocks	Compras	Comunicação
Recurso a Desenhos CAD	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	—	—	—	—
Recurso a Fotografias Digitalizadas	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	—	—	—	—
Recurso a Vídeo	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	—	—	—
Gráficos	—	↗	↗	—	—	—	—	—	—	—	↗
Armazéns / Stocks	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	—	↘	↘	—
Compras	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	—	↘	↘	—
Indicadores de Gestão	—	↗	↗	—	—	—	—	—	—	—	↗
Relatórios	—	↗	↗	—	—	—	—	—	—	—	↗
Gestão de Projectos	—	↗	↗	↘	—	—	—	—	—	—	—
Sistemas de Gestão da Base de Dados	—	↗	↗	↘	—	—	—	—	—	—	—
Análise de Avarias	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—
Contempla Sistemas de Diagnóstico Inteligente de Avarias	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—
Contempla Sistemas de Simulação de Avarias	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—
Contempla RCM	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—
Contempla TPM	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—
Controlo de Condição	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—
Calibrações	↗	↗	↗	↘	↘	↘	↘	↗	↘	↘	—

Tabela 2.3.2/1 - Pacotes de Software de Gestão da Manutenção Industrial - Parte 1

	Pacote de SW	RAPIER	SGM II	COSWIN	GIM	MIT	PMC	SOMAX	IMMPOWER	PRISM	DYNASTAR 2000	MP2
Identificação do Pacote de Software	Fabricante	NE	NE	SIVECO	NE	MIIT	DPSI	SOMAX	REVERE	MARCAM	Decision Dynamics	Datastream
	Empresa que Comercializa em Portugal	ISQ	Navaltik	Tecnotron	PARTEX	MIIT	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Caracteristicas do Software	Sistema Operativo	NE	DOS	WIndows	DOS, Windows UNIX	DOS	WIndows	WIndows	Windows (Cliente)	AS400 / Windows	Windows	Windows
	Modelação Orientada ao Objecto	NE	NE	Sim	NE	NE	NE	Sim, Visual Objects	Sim	Só Versão Protean	NE	Sim
	Trabalho em Rede	NE	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	NE	Sim	Sim	Sim	Sim
	Base de Dados Distribuida	NE	Não	Sim , Relacional	Não	NE	NE	NE	Sim, Cliente / Servidor	Só Versão Protean	Cliente/Serv	Cliente/Serv
	EDI	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Sim	Sim	Sim	Sim
	Possibilidade de Comunicação com outras Aplicações	NE	NE	Sim	NE	NE	Sim	Parcial	Sim	100% Versão Protean	Sim	Sim
Computador	Tipo de Computador	NE	IBM PC	PC	IBM PC	IBM PC	IBM PC	NE	Independente	IBM AS 400	NE	NE
	Requisitos de HW	NE	>386	NE	>486, >4MB RAM	>486DX, >8MB RAM	>486DX, 16MB RAM	NE	Independente	IBM AS 400	NE	NE
Sistemas Especiais I/O	Recurso a Código de Barras	NE	NE	Sim	NE	NE	Sim	NE	Sim	NE	Sim	Sim
	Recurso a Ecrã Táctil (Touch-Screen)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Sim
	Procura de Pessoas - Paging	NE	NE	Possivel	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Assistência	Assistência Após-Venda	NE	NE	Sim	NE	NE	Sim(USA)	Sim(USA)	Sim(USA)	Sim(USA)	Sim(USA)	Sim(USA)
	Reutilizabilidade / Upgrade	NE	NE	Sim	NE	NE	NE	Sim	Sim	Só Versão Protean	NE	Sim

Tabela 2.3.2/1 - Pacotes de Software de Gestão da Manutenção Industrial - Parte 2

	Pacote de SW	RAPIER	SGM II	COSWIN	GIM	MIT	PMC	SOMAX	IMMPOWER	PRISM	DYNASTAR 2000	MP2
Referências	Nr de Instalações no Mundo	>500	NE	>400	NE	NE	NE	NE	>175	700	NE	>15000
	Referências	NE	NE	3M, Renault, Air France	Anilina Portugal, Borealis	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Planeamento e Controlo	Programação de Trabalhos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Planeamento das Intervenções	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Controlo e Seguimento da Execução dos Trabalhos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	NE	Sim	Sim	Sim	Sim
	Orçamentação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	NE	Sim	Sim	Sim	Sim
	Controlo de Custos	Sim	NE	Sim	Sim	NE	Sim	NE	Sim	Sim	Sim	NE
	Suporte à Subcontratação	NE	NE	Sim	NE	NE	Sim	NE	Sim	NE	NE	NE
Registo e Controlo	Gestão de Documentação	NE	NE	Sim	NE	NE	Sim	NE	Sim	Sim	Sim	NE
	Registo de Equipamentos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Registo de Recursos Humanos	NE	NE	Parcial	NE	NE	NE	Sim	Sim	NE	Sim	Sim
Histórico	Histórico de Equipamentos	Sim	Sim	Sim	Sim	SIm	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Histórico de Intervenções	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Histórico de Recursos Humanos	Sim	NE	Sim	NE	NE	NE	NE	Sim	NE	Sim	Sim

Tabela 2.3.2/1 - Pacotes de Software de Gestão da Manutenção Industrial - Parte 3

	Pacote de SW	RAPIER	SGM II	COSWIN	GIM	MIT	PMC	SOMAX	IMMPOWER	PRISM	DYNASTAR 2000	MP2
Recursos Gráficos	Recurso a Desenhos CAD	NE	NE	Sim	NE	NE	Sim	Sim	Sim	Só Versão Protean	Sim	Sim
	Recurso a Fotografias Digitalizadas	NE	NE	Sim	NE	NE	NE	Sim	Sim	Só Versão Protean	Sim	NE
	Recurso a Vídeo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Só Versão Protean	NE	NE
	Gráficos	NE	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Compras e Armazéns	Armazéns / Stocks	NE	Sim	Opcional	Sim	NE	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Compras	NE	NE	Opcional	NE	NE	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Gestão	Indicadores de Gestão	NE	NE	Sim	NE	NE	NE	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Relatórios	NE	NE	Sim	NE	NE	Sim	Sim	Sim	Sim	Smi	Sim
	Getsão de Projectos	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Sim	Sim	NE	NE
	Sistemas de Gestão da Base de Dados	NE	NE	Opcional	NE	NE	Sim	NE	Sim	NE	NE	NE
Avarias	Análise de Avarias	NE	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	NE	Sim	NE	NE	NE
	Contempla Sistemas de Diagnóstico Inteligente de Avarias	NE	NE	Não	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	Contempla Sistemas de Simulação de Avarias	NE	NE	Não	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Técnicas Avançadas	Contempla RCM	NE	NE	Parcial	NE	NE	NE	NE	Sim	NE	NE	NE
	Contempla TPM	NE	NE	Sim	NE	NE	NE	NE	Sim	NE	NE	NE
	Controlo de Condição	Sim	NE	Sim	Sim	NE	NE	NE	Sim	NE	NE	Sim
	Calibrações	NE	NE	Parcial	NE	NE	NE	NE	Sim	NE	NE	NE

» Quais as formas de introdução de dados que o sistema deverá permitir ?

No ponto anterior, os critérios de avaliação que foram utilizados para a análise são os que se apresentam como mais significativos para a Modelação Integrada da Manutenção Industrial. Deste modo será possível, após a aplicação do modelo seleccionar o pacote de Software que melhor se adequa ao caso concreto em estudo.

As necessidades da empresa devem ser claramente definidas, por exemplo através da sua listagem numa tabela.

Num processo de selecção devem estar envolvidas, para além de toda a Manutenção, todas as funções que mantêm relações diárias com a manutenção, sendo a produção a mais importante de todas as que são clientes da manutenção, e a função compras que é habitualmente o principal fornecedor interno da manutenção. A função habitualmente designada por informática, se existir, também deverá estar sempre presente, como consultor interno. Esta integração das várias áreas, complementada pelo envolvimento da própria Gestão de topo, ou Administração, irá permitir a obtenção da real integração.

Existe em muitas empresas a tendência para o trabalho em "ilha", por parte da manutenção o que tem, de um modo geral, como consequência a existência de módulos de software, nas diferentes aplicações, que fazem aproximadamente o mesmo para diferentes clientes. Este consequente desaproveitamento de recursos informáticos é impensável nas empresas que pretendem manter-se competitivas. Para além deste facto, o cliente deve participar na definição de um sistema que lhe permitirá receber determinados indicadores, que lhe serão tanto mais úteis quanto mais a empresa caminhar para a implementação do TPM (Total Productive Maintenance). Por outro lado o fornecedor terá toda a vantagem em dialogar durante a fase de escolha por forma a poder fornecer todos os dados necessários para a implementação da solução escolhida.

A implementação do TPM, o qual será abordado mais adiante, implica, para que seja possível obter os melhores resultados, a existência de um completo e bem especificado sistema de informação por forma a garantir a perfeita relação entre as duas principais entidades envolvidas, ou seja, a manutenção e a produção.

Um processo de selecção do Software que mais se adequa deve ser, obrigatoriamente liderado pela manutenção, tomando esta todas as medidas necessárias e assumindo um comportamento que permita aproveitar todas as sinergias resultantes da análise integrada.

2.3.4 - Implementação de Pacotes de Software

A fase de implementação de um Pacote de Software de Gestão da Manutenção Assistida por Computador é, habitualmente a que maiores problemas levanta. Os problemas que se encontram durante esta fase podem, e habitualmente têm origem na fase de especificação, ou de definição de requisitos. A frase "mais vale um Fiat rodando do que um Volvo parqueado", espelha bem a imagem que os técnicos de manutenção continuam a ter deste tipo de sistemas. Um Software desde que seja devidamente seleccionado terá de ter uma fase de implementação completamente controlada sob todos os seus aspectos.

A simples implementação de um Pacote de Software não resolve as dificuldades e os problemas com que uma manutenção se debate.

A implementação de um pacote de Software deve ser uma parte integrante de um Projecto de Optimização da Manutenção Industrial.

Como em todo e qualquer projecto, deverá existir uma equipa responsável pelo projecto, devendo ser nomeado o líder do projecto, o qual deverá ser, preferencialmente, uma pessoa com profundos conhecimentos da manutenção e do resto da empresa e que, se a dimensão o justificar, fique ligada em regime de exclusividade às suas funções dentro do projecto.

Como primeiro passo obrigatório temos de repensar toda a organização, baseando as tomadas de decisão em dados adquiridos, por exemplo, através de um diagnóstico realizado por uma entidade externa, desde que a dimensão da empresa o justifique.

Podemos dar como um simples exemplo o caso concreto de uma empresa têxtil em que existem muitos técnicos de manutenção distribuidos por áreas e divididos por especialidade, mecânicos e electricistas. Se um ventilador tiver de ser desmontado é necessário vir um electricista desligar o motor, em seguida vêm os mecânicos desmontar o ventilador, após a reparação os memsmos voltam a montar o ventilador e vem em seguida o electricista ligar o motor. O trabalho de desligar e ligar o motor poderia perfeitamente ter sido realizado pelos próprios mecânicos, desde que estes tivessem a formação necessária, poupando-se desse modo tempo e por conseguinte diminuindo o tempo de intervenção, bem como o nº de trabalhadores envolvidos. A atenção terá de ser dada aos processos, e aos respectivos objectivos, e não às tarefas. Assim o primeiro passo deve ser a Reorganização da Manutenção Industrial.

Neste quadro, definir objectivos em termos globais, em vez de definir objectivos demasiadamente focalizados, será o segundo passo.

Definir o pacote de software que melhor se adequa ao sistema de manutenção da empresa, após a concretização das medidas definidas no final do primeiro passo, deve ser o terceiro passo.

Criar um sub-projecto de implementação do pacote de software escolhido deverá ser o quarto passo, com a necessária definição de cada dimensão [27]:

» Planeamento - Definir Objectivos, Estabelecer Programas, Orçamentar

» Organização - Despartamentalizar, Relações de Autoridade, Definir Tarefas

» Direcção - Motivar, Comunicar, Formar

» Controlo - Medir Resultados, Comparar Resultados, Tomar Medidas Correctivas

Nunca devemos esquecer que um processo deste tipo tem de ser controlado diariamente. A definição clara e correcta da equipa que irá estar envolvida neste projecto tem de ser considerada como um dos factores de sucesso. Esta equipa irá ser responsável por executar, e/ou controlar, a recolha de dados, controlar a execução do plano, incluido no projecto, dentro dos prazos definidos e gerir o pessoal que deve executar tarefas dentro do projecto, pelo que terá a seu cargo a responsabilidade de sucesso de todo o projecto.

A formação e a motivação dos técnicos deve ser encarada como um ponto chave em todo o processo de implementação do pacote de software, por forma que se evite o que acontece muitas vezes, ou seja o software não é utilizado porque os técnicos têm dificuldade na sua utilização. Os técnicos devem ser envolvidos em todo o processo desde o primeiro momento, de tal modo que se sintam como uma pedra chave de toda a organização.

A tendência actual para a diminuição dos níveis hierárquicos com a consequente responsabilização acrescida de técnicos executantes, o que implica um funcionamento com grande autonomia das equipas de manutenção, leva ao aparecimento de uma exigência que é a necessidade de existir um nível muito elevado de competências ficando uma curta distância, mais directamente relacionada com a capacidade de gestão, entre os gestores intermédios e as equipas de manutenção. Acresce ainda o TPM que, se existir ou estiver em projecto a sua implementação, obriga a empresa a envolver-se na implementação de um pacote de software como uma só equipa. A formação e a motivação neste último caso ainda são mais complexas pois implicam um funcionamento em equipa entre os diferentes responsáveis pela manutenção e a produção, bem como entre os diferentes técnicos de um e de outro lado.

No sentido de permitir que sejam evitados são seguidamente apresentados os erros que são típicamente encontrados na implementação de qualquer pacote de software de Gestão de Manutenção Assistido por Computador [29]:

1 » *Os gestores da empresa, por exemplo os gestores de manutenção e de produção, não estão cientes das capacidades do pacote de software e não estão a tomar decisões baseados no fluxo de informação.*

A troca de informação é habitualmente a única forma de resolver apropriadamente problemas. Por este facto é de todo o interesse que os gestores, incluindo a manutenção, tenham acesso e reflictam sobre a informação que lhes é disponibilizada, de um modo sistemático. Tem de ser criada uma cultura de análise da informação que é disponibilizada, sob pena de serem tomadas decisões erradas por não terem por base a informação efectiva que lhe é disponibilizada pelo software.

2 » *Não configurar convenientemente o pacote de software, o que implica que não seja tirado partido de todas as funcionalidades do sistema.*

Um pacote de software tem várias parametrizações, habitualmente, que permitem a personalização do mesmo em função das necessidades da empresa que o utiliza. Se estas definições forem mal efectuadas o gestor do sistema não poderá tirar o máximo partido da ferramenta que possui.

3 » *Existem gestores de manutenção que utilizam o software para serem "gestores".*

É o caso das pessoas que utilizam o sistema para limitarem e controlarem, sem integrarem os seus colaboradores nas decisões relacionadas com as limitações de acessibilidade ao sistema. O gestor tem de se esforçar por gerir transparentemente, de tal que modo que cada decisão que toma, sobre o sistema, seja devidamente explicada a quem por ela é afectado, mantendo uma relação mais próxima de colegas de equipa do que funcionários hierarquicamente diferentes.

4 » *Se um processo ainda tem qualquer tipo de suporte em papel, então existe um desperdício de recursos.*

Neste ponto é necessário salvaguardar os aspectos que se prendem com a Certificação de Qualidade, Normas ISO 9000, ou outras, que implicam, o recurso ao papel. Como exemplo pode referir-se a norma 45000 que exige que um certificado de calibração seja assinado pelo Técnico e pelo Responsável pelo Laboratório. Também quando temos de comunicar com o mundo exterior à empresa, torna-se ainda obrigatório o recurso à utilização de papel.

Contudo, se não for nenhum destes casos, deve o gestor do sistema colocar sempre em questão qualquer tipo de impressão que esteja prevista. Haverá uma outra forma de fazer o mesmo, sem recorrer à impressão ?

Se nos referirmos às ordens de trabalho que temos de lançar para execução, então talvez, actualmente não exista nenhuma alternativa válida ao papel.

5 » *Poucas auditorias.*

As auditorias permitem seguir, com bastante rigor, desde que sejam devidamente preparadas, a implementação de qualquer medida, ou a execução de qualquer obra ou trabalho. Na implementação de todo o projecto deverão ser realizadas auditorias que permitirão seguir devidamente o cumprimento do estabelecido, bem como confirmar os resultados obtidos pelo controlo integrado no próprio projecto. Após o projecto de implementação estar concluido deverá ser iniciado um programa de auditorias internas, preferencialmente, ou externas à continuação do cumprimento do anteriormente estabelecido.

6 » *Não escolher o melhor elemento para se tornar o especialista no sistema.*

A pessoa a escolher deverá ter um conhecimento profundo de produção e processo, bem como ser um especialista em manutenção, devendo aprender, já com os conhecimentos anteriores bem solidificados, a trabalhar com o software. Seleccionar este elemento da maneira inversa poderá ser o princípio de um enorme problema, o qual poderá não ter uma fácil solução. Preferencialmente deverá ser um conhecedor, pelos menos minimamente, de elaboração de software e de preferência de engenharia de software. Este será uma pedra base do sistema e poderá utilizar o seu conhecimento para melhorar continuamente as performances do software.

7 » *Não entender quando se devem converter os dados em informação.*

A análise dos dados, isto é transformar dados em informação, é a forma de tirar real partido da aplicação. Uma análise incompleta ou incorrecta é significa em termos práticos uma realização incompleta da fase de implementação.

A informação mede progresso e quantifca a saúde de uma empresa. O sistema tem de disponibilizar uma forma fácil de obter essa informação. Um relatório deve condensar a informação em uma ou, no máximo, duas páginas, para possibilitar que exista uma fácil análise dos mesmo.

8 » *Não "publicar" um "jornal" do sistema*

Este jornal permite que todos os utilizadores acompanhem a evolução do sistema, sentindo-se desse modo envolvidos nele, e permitindo que se mantenha o entusiasmo, durante toda a sua implementação, mesmo findo o projecto. Tem de existir uma certa promoção do sistema por forma que as pessoas continuem a acreditar no projecto.

9 » *Formar as pessoas cedo ou tarde demais.*

Se a formação for dada cedo demais temos o problema que as pessoas irão esquecer o que aprenderam, até ao início da implementação, se por outro lado, a formação for muito tardia corre-se o riasco de existirem alguns funcionários que resistem mais à mudança e que, se antes tinham esperanças, começam agora a revoltar-se pois estão a pedir-lhes que comecem a utilizar um sistema para o qual ainda não têm formação suficiente.

10 » *Não saber quando as regras da empresa se devem adaptar ao software.*

Este é um problema que se coloca no caso do processo de escolha do pacote de software não ter resultado. Qualquer pacote de software disponível no mercado reflecte a experiência vivida pelos técnicos da organização que concebeu esse software, não existindo nada universal, até porque "...a única coisa que é permanente é a mudança...". Para solucionar um problema deste tipo temos a hipótese de alterar o software, alterar a empresa ou solicitar ao vendedor do software que o altere.

2.3.5 - Conclusão

O meu ponto de vista vai no sentido da utilização da Modelação Integrada da Manutenção Industrial para permitir reunir as duas tendências de tal maneira que seja possível configurar um sistema misto em que podem ser utilizadas aplicações informáticas padrão, ou seja, já comercialmente disponíveis, reunidas com uma base de dados que por sua vez pode ter um programa proprietário, permitindo dessa forma uma congregação de esforços de um modo sinergético por forma a encontrar a solução óptima.

Existem pacotes de software especiais, os quais ainda não foram muito difundidos, mas que serão futuros auxiliares de peso às actividades de Manutenção Industrial:

» DIA - Diagnóstico Inteligente de Avarias - Sistemas de Apoio ao Diagnóstico de Avraias. Este software é um auxiliar ao diagnóstico de avarias e permite inclusivamente a integração de fotografias e desenhos CAD, bem como qualquer imagem que seja digitalizada, como por exemplo um conjunto de esquemas eléctricos digitalizados através de um scanner. A ajuda ao diagnóstico é realizada passo-a-passo até se chegar ou à resolução da avaria ou a uma situação em que o técnico terá de resolver sozinho. Este sistema pode receber informações através de diferente formas, incluindo directamente de um PLC.

» CORNELIUS - É também um software dedicado ao diagnóstico de avarias, à semelhança do DIA. Também pode receber informação de diferentes formas incluindo a recepção directa de um PLC.

» PITIE - Base de dados inteligente para suporte à decisão na Manutenção de componentes industriais. Recorre a Redes Neuronais e a Fuzzy Logic. É um sistema que armazena dados resultantes de medições efectuadas, por exemplo para manutenção condicionada, e que permite que o sistema aprenda ao longo do

tempo com as medições que são efectuadas e com as decisões que são tomadas. Desta forma o sistema permite responder às questões : O que fazer com os resultados das inspecções ?, Como criar condições para o seu registo permanente ? e Como conduzir o seu processamento automático para permitir, posteriormente, chegar às conclusões e decisões finais ?

» ADVISOR - Sistema pericial baseado no conhecimento. É um sistema utilizado para a manutenção condicionada. Permite um aumento no número de pontos de medição, integrados na estratégia de monitorização; Permite a detecção de várias falhas em simultâneo; Permite a identificação de falhas críticas e não críticas para a definição de prioridades; Permite a utilização de acções definidas pelo utilizador associadas com algum diagnóstico para que a sua utilização seja possível sem consultar especialistas; Permite que os utilizadores conheçam ainda melhor as suas máquinas. Este sistema recorre a uma base de conhecimento definida pelo utilizador e também a redes neuronais artificiais.

Existem actualmente programas que efectuam a simulação de avarias em equipamentos, permitindo desse modo, a título de exemplo, o cálculo estimativo da taxa de avarias, ou mesmo definir quais serão as consequências de um determinado componente avariar. Mas no campo da simulação e no que respeita à sua aplicação industrial, a utilização mais indicada é no planeamento. Um sistema de simulação de planeamento, que inclua o plano de produção e que entre em linha de conta com as intervenções de manutenção previstas e com a taxa de avarias, é potencialmente uma vantagem competitiva.

Assiste-se actualmente ao aparecimento de recursos tecnológicos que eram impensáveis há alguns anos atrás, como por exemplo o recurso a imagens de vídeo incluidas nos pacotes de software. Estou mesmo convencido que a inclusão dos recursos multimédia na Manutenção Industrial irá permitir uma espécie de revolução, pois teremos a possibilidade de mostrar, se necessário com o respectivo som e a explicação em simultâneo, a forma correcta de desmontar e/ou montar um determinado componente, isto para apenas referir um pequeno, mas significativo exemplo. As Instruções de Manutenção serão acompanhadas, quando tal se justifique, pelo respectivo vídeo, permitindo deste modo uma fácil aprendizagem por parte dos técnicos, bem como dissipar qulquer dúvida que exista na realização de uma determinada tarefa. Esta inovação deverá permitir uma alteração radical da formação em manutenção, uma vez que as explicações que antes eram apenas recebidas em cursos de formação passam a estar disponíveis quando e onde necessitarmos delas.

A utilização da Internet irá permitir uma troca de informações entre os diferentes técnicos de manutenção que só poderá ter efeitos positivos. No nosso país ainda existe uma muito baixa utilização por parte dos técnicos de manutenção desta ferramenta de trabalho.

Uma iniciativa que seria do maior interesse, para todos os técnicos de manutenção que exercem a sua profissão no nosso país, seria a criação de um "site" nacional dedicado apenas à Manutenção Industrial, o que deveria ser liderado pela APMI, à semelhança do que existe nos USA, com a AIPE.

2.4 - Recursos Humanos

2.4.1 - Introdução

A Manutenção, ainda mais que as restantes funções da empresa, vive à custa dos seus Recursos Humanos. Podemos afirmar que, não independentemente da organização adoptada, uma manutenção é aquilo que os seus recursos humanos são. A manutenção é por excelência uma actividade que exige uma grande capacidade dedutiva, uma grande energia e um profundo espírito crítico.

A Manutenção tem vindo ao longo, principalmente, das duas últimas décadas a assumir-se como uma fonte de proveitos. Muitas vezes e no meu ponto de vista justificadamente, os técnicos de Manutenção são os maiores responsáveis pela tão necessária transferência de tecnologia do mundo exterior para a empresa. Um técnico de manutenção conhece muito bem o equipamento produtivo, tem, além disso, obrigatoriamente conhecimentos do processo tendo por isso uma noção clara sobre a interligação entre a máquina e o processo, sendo habitualmente e idealmente um estudioso e uma pessoa que se mantém muito bem informado sobre todos os avanços tecnológicos quer através da leitura de livros e revistas da especialidade, quer através da visita de exposições quer, finalmente, através dos contactos directos com os fornecedores e os potenciais fornecedores.

2.4.2 - A Actualidade e a Evolução Futura

Os Recursos Humanos de Manutenção são habitualmente elementos com uma grande flexibilidade no que respeita à realização de trabalhos. Apesar desta característica, a qual está normalmente aliada a uma razoável formação básica, existem ainda alguns elementos que se assumem como opositores a qualquer processo de mudança. A resistência à mudança é, na minha opinião, e baseado no facto de já ter vivido uma série de experiências deste tipo, o maior inimigo de qualquer tipo de implementação de Sistemas de Gestão da Manutenção Assistida por Computador. Tenho ouvido frequentemente colaboradores afirmarem que não preenchem as Folhas de Registo de Intervenção de Reparação de Avaria por não quererem ser dispensados pela empresa. É certo que o conhecimento que tem um técnico de manutenção experiente é importante para a empresa, devendo a empresa manter esse funcionário para garantir a reparação de avarias. Contudo, se um dos principais objectivos da Manutenção é minimizar o número de intervenções de manutenção correctiva, então torna-se fundamental conhecer as avarias ocorridas, pelo que o funcionário que está convencido que está a proteger o seu posto de trabalho guardando para si os dados referentes às reparações em que interveio, está completamente errado, pois está apenas a contribuir para que a empresa continue a ter uma grande quantidade de avarias, mantendo a disponibilidade num valor baixo, implicando este facto, por seu lado, o incumprimento de prazos de entrega, o aparecimento de produto defeituoso e em termos finais a degradação da imagem da empresa, ou seja menor competitividade.

As mentalidades, principalmente em Portugal, têm obrigatoriamente de mudar, o que tem vindo já a acontecer. A reactividade, que traduz o estado de espírito subjacente, em primeiro lugar à Manutenção Correctiva, e também às outras formas de Manutenção Convencional, mesmo a Manutenção Sistemática é habitualmente definida em função dos registos históricos de avaria, para além das indicações do fabricante, e das observações realizadas durante as intervenções, tem de dar lugar progressivamente a uma nova forma de estar perante a Manutenção - *a proactividade*. A atitude proactiva de um técnico de manutenção é facilmente reconhecida pelo facto dele estar preocupado em implementar acções correctivas dirigidas às causas mais remotas de uma falha e não apenas aos sintomas. A proactividade dos recursos humanos não é nada de novo, o que é novo é o reconhecimento dessa atitude e a sua designação. Como é fácil de concluir a proactividade é uma postura que acaba por não ser muito interessante para as pessoas que apenas querem "levar a sua vida". Andar

à frente das avarias implica dedicação e bastante espírito de sacrifício, o que não é compatível com a atitude despreocupada e passiva que alguns pretendem assumir.

A crescente complexidade tecnológica dos equipamentos tem vindo a obrigar os técnicos de manutenção a não serem apenas especialistas em mecânica ou em electricidade, mas a terem profundos conhecimentos de PLC's, ou de PC's, ou de Instrumentação electromecânica ou ainda de Variadores de Velocidade, para citar apenas alguns exemplos. As ferramentas também têm mudado principalmente em termos tecnológicos, possibilitando a realização de trabalhos de uma forma mais rápida e com muito melhor qualidade Os Recursos Humanos de Manutenção são hoje obrigados, devido em grande parte à rápida evolução tecnológica, a se actualizarem, correndo o risco, no caso de o não fazerem, de já não terem valor para a empresa. Por este facto, apesar de uma formação de base de alto nível garantir uma melhor e mais rápida capacidade de aprendizagem, a Formação Profissional de carácter específico assume-se actualmente como um dos pontos que é necessário que o responsável pela Manutenção pondere diariamente.

.A Formação não é tudo mas ajuda muito, contudo a alteração tecnológica foi acompanhada por outras alterações dentro da manutenção, no sentido de a optimizar. É já habitual ouvir-se falar de trabalho de grupo, o que, da maneira que se costuma falar, parece que foi inventado pelos japoneses. O trabalho de grupo, só é possível se estiverem reunidas determinadas condições. Um grupo para funcionar da melhor forma deve ter um pequeno número de elementos, o que a acontecer, aliado a sólidos conhecimentos dos assuntos a tratar devem dar bons frutos. O trabalho em pequenos grupos, com uma grande autonomia, e que tenham elevadas responsabilidades, estando estas bem definidas, resulta numa melhoria do desempenho de todas as tarefas que estão atribuidas a esse grupo, quando comparado com o trabalho individualizado. Este modo de trabalhar em pequenas equipas, com responsabilidades acrescidas acaba por implicar uma alteração de mentalidades, a qual se torna muito mais fácil no Japão do que em qualquer país ocidental, principalmente pelas diferenças culturais.

Actualmente temos uma grande exigência no desempenho de cada técnico de manutenção. As principais qualidades de manutenção que um bom técnico de manutenção deve possuir são as que seguidamente se apresentam:

» Estar sempre informado
» Concentrar-se no essencial, evitar a dispersão
» Ter sentido político, nas relações com outros departamentos
» Saber escolher o momento para intervir
» Saber que nem sempre será ele que deverá actuar

O primeiro princípio que tem de ser conhecido por qualquer funcionáro da Manutenção é que "...a única coisa que é permanente é a mudança...". Quem melhor estiver preparado para mudar tem uma clara vantagem competitiva, o que leva a Manutenção a procurar esse caminho, pois os Recursos Humanos não podem esquecer que a subcontratação é sempre uma opção, através da qual se pode obter uma vantagem competitiva.

2.5 - Ferramentas

A evolução rápida das tecnologias empregues nos diferentes equipamentos produtivos tem implicado enormes evoluções que vão no sentido do aumento da complexidade para a manutenção e da diminuição da necessidade do operador conhecer a "máquina real", isto no que respeita aos técnicos da produção. Esta tendência implica uma maior dificuldade de entendimento, por parte da produção, dos problemas que realmente afectam a manutenção. Se a este facto aliarmos a enorme pressão concorrencial a que está sujeita a área da produção, dependendo em parte da formação e características comportamentais dos intervenientes, então temos uma situação "explosiva", tipo "barril de pólvora", que a cada paragem não programada por falha, acaba por detonar.

Para contornar este problema uma das componentes fundamentais é a possibilidade de dispor de ferramentas adequadas e do conhecimento completo sobre a sua correcta utilização.

A evolução das ferramentas de trabalho está intimamente ligada à evolução dos próprios equipamentos produtivos, pelo que assistimos actualmente a uma quase obrigação de utilizar computadores na planta fabril em sistemas do tipo SCADA, pelo que a manutenção tem de saber utilizar e manter esse tipo de equipamentos, os quais estão invariavelmente ligados a PLC's. Para efectuar a manutenção de uma máquina que tenha um PLC como elemento principal de controlo, é quase obrigatório possuir um computador onde está instalado o Software de programação e, a partir do qual, é possível, com uma relativa facilidade, efectuar diagnósticos de avarias em alguns minutos que de outra forma seriam, eventualmente só resolvidas por uma pessoa que tivesse este tipo de ferramenta.

Uma empresa que não possua um, ou vários, dependendo da dimensão, técnicos de automação, poderemos dizer que está condenada a viver da subcontratação. A automação e os seus especialistas são nas empresas autênticos veículos de transferência de tecnologia, cujo nível de conhecimentos interessa manter e de preferência elevar de uma forma contínua, permitindo que estes se mantenham permanentemente em sintonia com todos os avanços tecnológicos.

Para além desta aplicação os PC's estão hoje a ser utilizados, como ferramentas de manutenção, num sem número de outras aplicações das quais podemos citar alguns exemplos:

» Calibrações de equipamentos
» Sistemas de recolha e análise de dados do tipo "data logger"
» Sistema de Gestão da Manutenção
» Sistemas de Controlo de Condição
» Instrumentação de Medição Virtual

Os instrumentos de medição actualmente têm potencialidades que seriam inpensáveis há poucos anos atrás. Por exemplo a possibilidade de fazer médias e reter valores máximos e mínimos são funcionalidades que já podem ser consideradas banais, mas que só estavam incluidas nos instrumentos de medição de muito alta gama anteriormente. A qualidade dos instrumentos é também incomparavelmente superior, podendo hoje um instrumento de média gama, quase obrigatoriamente de indicação digital, apresentar uma repetibilidade, uma linearidade, uma sensibilidade e uma reprodutibilidade notáveis. As exigências de qualidade, aliadas à crescente automação na área da produção implicaram, também em termos de manutenção, uma necessidade de melhoria contínua, principalmente na área da instrumentação de medição.

Os sistemas de controlo da condição, os quais se podem considerar instrumentos de relativa complexidade, nomeadamente os "data collector", começam a ser instrumentos banalizados na indústria. O mesmo acontece com os sistemas de análise de óleos, os quais, à semelhança dos sistemas de análise de vibrações, implicam alguma capacidade para se proceder à sua utilização.

Ferramentas e formação têm de estar intimamente ligadas não podendo hoje em dia imaginar-se que apenas temos de comprar as ferramentas, pois os técnicos irão efectuar uma auto-aprendizagem. Por outro lado a obrigatoriedade da utilização dos computadores em manutenção e em produção fazem com que um técnico de manutenção, actualmente, tenha, contrariamente ao passado, de se transformar num especialista da sua "arte", com um conjunto de conhecimentos complementares que lhe possibilitam alcançar objectivos que estavam muito além das suas normais possibilidades. Podemos afirmar, com alguma segurança, que cada vez mais estamos a ficar dependentes da tecnologia uma vez que caminhamos no sentido de utilizar computadores ou instrumentos de medição complexos para detectar uma avaria, para efectuar uma inspecção, ou até mesmo para gerir as nossas intervenções.

2.6 - *Organização e Gestão*

2.6.1 - Organização

Em termos organizacionais a função manutenção encontra-se em fases diferentes de desenvolvimento consoante o desenvolvimento da própria empresa. Não se pode afirmar que existe actualmente o modelo ideal de organização da manutenção, mas contudo, muito se tem evoluido nos últimos anos.

Existem inúmeras tendências que vão desde a manutenção completamente descentralizada até à manutenção centralizada num departamento de manutenção, a qual, com única entidade, regulamenta, controla e dirige toda a manutenção.

A estratégia definida para a manutenção acaba por condicionar o tipo de organização que mais se adequa a uma determinada manutenção. Se optarmos por implementar uma Manutenção Produtiva Total, da qual falaremos mais adiante, temos de assumir a implementação de uma organização completamente descentralizada, na qual todos têm responsabilidades de manutenção, quer oa técnicos de produção quer os técnicos de manutenção. Se por outro lado considerarmos a manutenção incluida e dependente da produção, então temos uma situação de descentralização e existe um problema que pode desde logo aparecer e que se relaciona com a evolução da manutenção, em cada sector.

Por outro lado uma estratégia que pode, em certas situações, melhorar fortemente a organização é a existência apenas de técnicos de manutenção, sem distinção de especialidades, não existindo técnicos de manutenção eléctrica e mecânica separados, integrando equipas independentes. A tendência actual vai, claramente no sentido da polivalência da funções, no que respeita às especialidades tradicionais de manutenção, o que faz com que a electromecânica esteja a ressurgir em força. Até aqui apenas nos referimos áquilo que se poderá chamar a área de execução. A existência das oficinas centrais, onde se realizavam as grandes reparações e onde se construiam peças, está gradualmente a ser abandonada como um componente importante dentro da organização, sendo compensado através do recurso à subcontratação.

Apenas nos temos referido à área da manutenção que se encarrega da execução das intervenções, mas é quase impossível imaginar-se uma manutenção industrial, que não tenha uma área de planeamento, programação e métodos. Esta área pode estar centralizada ou distribuida mas, a partir do momento em que se projecta a implementação de um Sistema de Gestão da Manutenção Assitida por Computador, todos estes trabalhos deverão ser devidamente centralizados nesse sistema, permitindo a Gestão Integrada da Manutenção o que inclui a interligação deste sistema a todos os sistemas de gestão da empresa, garantindo-se desta forma a completa integração da manutenção na empresa.

A organização da manutenção nas empresas vai evoluir no sentido de uma descentralização em termos de execução devendo ficar toda a parte de planeamento, programação e métodos partilhada entre uma área central e os elementos que efectuam as intervenções, através da constituição de grupos de trabalho. Não creio que isto seja nada de novo, contudo implica uma clara alteração de mentalidades, o que habitualmente é o mais difícil de conseguir em qualquer processo de mudança. A manutenção tem, como alías já acontece com as próprias empresas, de funcionar com base num princípio cliente/fornecedor e ter como objectivo do dia-a-dia a satisfação das necessidades e expectativas do cliente, garantindo sempre o menor custo possível. O acompanhamento diário, devidamente planeado da evolução dos clientes, em termos da opinião sobre a manutenção e o conhecimento dos eventos ocorridos em cada área, o que implica a existência de um sistema integrado de informação completamente montado e em funcionamento, são factores fundamentais para a organização descentralizada ser um sucesso.

2.6.2 - Gestão

A gestão característica do passado baseava-se na disciplina "militar", com todas as complicações, em termos de relacionamento humano e de bem-estar para os envolvidos, que essa situação acarretava. Principalmente nas grandes empresas, assistiu-se à criação de uma infinidade de níveis hierárquicos e de organizações demasiadamente rígidas, que satisfaziam apenas as necessidades do tempo em que foram criadas.

As necessidades actuais implicam a definição clara de toda a estrutura organizativa e a respectiva regulamentação de todas as actividades, sendo estas acções obrigatórias no caso da empresa estar empenhada num processo de certificação de qualidade. Contudo esta definição não pode ser vista como um objectivo que uma vez atingido, fica estabelecido que nunca mais será alterado. Tem antes de mais nada, de ser o novo ponto de partida para a etapa seguinte, ou seja, a única forma de actuar é estar preparado para mudar todos os dias. Os documentos de regulamentação de actividades têm de ser vistos como "documentos vivos", que têm um momento de nascimento, têm uma fase de implementação, uma outra fase de utilização e por fim entram na fase de velhice onde é preparada a sua revisão, reedição ou substituição.

Aquela que deverá ser a mais importante tendência actual é a Gestão por Projectos. Para a Manutenção este tipo de gestão não é propriamente nova, contudo a organização que é imposta permite maior rigor em tudo aquilo que é realizado. Gerir por projectos é desenvolver uma prática em que o projecto é assumido como metodologia de gestão.Um projecto é uma iniciativa com objectivos claros, temporariamente definidos, e que consiste em realizar um conjunto de elementos interligados e cujo resultado é o objectivo a atingir. Cada projecto obedece a um ciclo de gestão claramente definido e que comporta 4 dimensões [27]:

» O Planeamento - Onde queremos chegar e por onde queremos ir.

» A Organização - Os recursos - organizativos, materiais, financeiros, humanos - necessários para a implementação do que planeámeos.

» A Direcção/Implementação - Trata-se de coordenar a implementação do projecto

» O Controlo/Avaliação - É a verificação de que, e em que medida, os objectivos estão a ser alcançados e a subsequente tomada de medidas correctivas.

Este ciclo tem, obrigatoriamente, de ser dinâmico permitindo que esteja em funcionamento mais do que uma dimensão.

Deve existir em cada momento um macro-projecto onde seja possível visualizar de um modo claro e instantâneo as cargas a que cada recurso está sujeito, bem como ter uma ideia sobre o plano global no tempo.

Têm aparecido desde o inicio da década uma série de técnicas de gestão que podem ser transferidas para a Manutenção Industrial. Serão referidas de um modo resumido as dez técnicas actualmente melhor aceites [30].

O *"Benchmarking"* acaba por ser a identificação daquilo que as empresas líderes do mercado têm de melhor e tentar imitá-las. Como facilmente se conclui esta é uma técnica usada desde sempre mas que a grande maioria das pessoas nem sequer a identificava. O que é novo é que esta técnica é hoje implementada metodicamente, envolvendo processos que podem chegar a ser complexos. A adaptação desta forma metódica para a manutenção pode trazer proveitos pelo que o Gestor de Manutenção não a deve, em momento algum, ignorar.

O *"Core Competence"* é uma técnica bastante importante pois ela reflecte a necessidade que as empresas têm actualmente de identificar, cultivar e explorar as suas competências principais. A empresa só deve realmente empenhar-se a fundo naquilo que realmente sabe fazer. Esta nova técnica vem afectar, quando implementada ao nível da empresa como um todo, a área de Manutenção Industrial pois as indústrias não existem para ter manutenção. Esta perspectiva implica que a manutenção não é considerada como uma "Core Competence", por este motivo a tendência para a subcontratação da manutenção ganha mais força, focalizando-

se a empresa naquilo em que realmente é líder, ou seja os seus melhores produtos finais. Convém lembrar que por vezes acontece que este processo de subcontratação é mal conduzido ficando a empresa sem pedras importantes, que eram constutuidas pelos técnicos de manutenção que conheciam perfeitamente o equipamento produtivo e a sua interligação com os processos e produtos, fazendo, claramente parte do "Core Competence", mas não de uma forma directa e facilmente identificável.

O *"Downsizing"* pode dizer-se ser a mais popular das técnicas actualmente utilizadas e, porventura, aquela que maiores problemas acabou por trazer à maioria das empresas que a tentaram implementar de um modo incorrecto. A técnica consiste em cortar níveis hierárquicos (downsizing) e departamentos (rightsizing). Este processo implementado com base na interpretação de que o objectivo é reduzir custos, recorrendo à diminuição de funcionários, tem levado muitas empresas a situações difíceis em termos económicos e sociais. A forma de o implementar correctamente, consiste em ajustar o tamanho da empresa às exigências da sua missão, sem que seja diminuida a parte principal, ou seja a sustentação, da empresa, em seguida deve-se tentar não fragmentar demasiado o trabalho, horizontalmente e por último, e a parte mais importante é a fase de repensar a organização. Este processo deve ser contínuo e nunca deve ser dado por concluido. É uma técnica com uma larga possibilidade na área da manutenção, onde a dinâmica organizacional começa a dar os seus primeiros passos.

O *"Empowerment"* significa que as pessoas são responsáveis pelo seu destino e têm meios suficientes para o controlar. A estratégia de implementação passa pelo envolvimento e a responsabilização dos trabalhadores, o espírito de grupo e as equipas autogeridas. Actualmente estou a realizar uma experiência neste sentido, com uma implementação gradual, em cerca de cinco equipas com cerca de 7 técnicos de manutenção eléctrica, distribuidos pelos 3 turnos, sendo os resultados obtidos, durante estes primeiros 7 meses, bastante animadores, mesmo sem qualquer contrapartida salarial. Várias outras experiências, mais recentes, estão já em fase de implementação tendo, até este momento, recebido apenas indicações bastante positivas.

"Encantar o Cliente" é o princípio que deve reger a actividade da empresa. Satisfazer o cliente não chega, pois já há empresas que o façam, o que é necessário é que este fique encantado. A manutenção tem de trabalhar de tal forma que este não seja apenas um chavão. A concorrência do mundo exterior, que se traduz na subcontratação, está em plena fase de expansão, pelo que a manutenção, que ainda existe no interior das empresas, tem de se reestruturar por forma que lhe seja possível competir com essas empresas do esterior. Existirão evidentemente actividades que não se justifica manter dentro da manutenção da empresa, por várias razões, sendo a via habitual alternativa, a subcontratação. Existem porém outras actividades, aquelas em que realmente "somos especialistas", que podem facilmente ser optimizadas e em que nos podemos transformar em componentes imprescindíveis dentro da organização.

O princípio do *"Learning Organization"* afirma que a formação dos funcionários da empresa deve ser contínua. No caso da manutenção esta máxima ainda é mais importante uma vez que, sendo a manutenção completamente dependente, quase em exclusivo dos seus Recursos Humanos, e estando a tecnologia a evoluir a um ritmo elevado, torna-se obrigatório que a manutenção aprenda permanentemente, por forma a conseguir melhorar continuamente a sua capacidade de resposta às novas solicitações. Contudo o excesso de formação, ou seja a impossibilidade de planear a formação de uma forma coordenada com as actividades diárias, e a "mania da formação" têm de ser evitadas a todo o custo. A título de exemplo poderia citar vários casos em que, por lançamento de programas de formação demasiadamente audaciosos, uma empresa do ramo têxtil, teve alguns problemas, que só não foram mais graves porque se conseguiu parar a tempo.

O *"Outsourcing"*, ou Subcontratação, é a técnica que regista maior adesão em termos de manutenção, a par com o TPM, que terá uma abordagem mais aprofundada nesta dissertação. A subcontratação não é, estejamos seguros disso, a maneira milagrosa das empresas se livrarem da manutenção, "...essa fonte de problemas...". Como foi já referido, qualquer processo de subcontratação em manutenção tem de passar por um

diagnóstico da situação, o qual tem de ser realizado com rigor e isenção, não se podendo correr qualquer risco, sendo exigível que se proceda a uma avaliação cuidadosa e metódica dos potenciais fornecedores de serviços, bem com a uma análise contratual cuidada, antes de se tomar qualquer decisão no sentido da adjudicação da subcontratação.

"TQM" signifca em termos genéricos que a Gestão da Qualidade Total da empresa supõe o envolvimento de todos os trabalhadores da empresa no movimento de melhorias contínuas orientadas para o cliente. Na manutenção este conceito acaba por ser bastante importante, uma vez mais, porque esta vive principalmente dos Recursos Humanos. O TQM tem vindo ao longo dos tempos a ser abandonado, como objectivo, o que está perfeitamente correcto, passando a ser uma ferramenta para a excelência, estando nela habitualmente incluidas outras técnicas ligadas à qualidade e às empresas japonesas como sejam o Kaisen (Melhoria Contínua), o JIT (Just-In-Time), o Kanban (Cartão - de produção ou de movimentação), o TQC (Total Quality Control) e o TPM (Total Productive Maintenance).

"Reengineering" é uma das mais ouvidas "buzzwords" da actualidade. Significa que, quando os responsáveis pela empresa chegam à conclusão que esta é menos eficiente do que os seus concorrentes, têm apena dois caminhos a seguir: ou tentam melhorar o que já existe através da implementação de um TQM ou colocam tudo em causa e começam do zero. O objectivo é proceder a melhoramentos radicais em três áreas: custos, serviços e tempos. A questão "Se pudéssemos começar de novo como é que faríamos ?" é colocada permanentemente. O objectivo é fazer mais por menos. A aplicação desta técnica é de fulcral importância para a manutenção, a qual é uma área bastante sensível a questões organizacionais, mas que permite implementar de uma forma relativamente rápida alterações uma vez que o saber técnico está nos Recursos Humanos, os quais não dependem de máquinas. Para além disso, com uma enorme ajuda do nível de formação dos técnicos de manutenção, é habitual que as estruturas de manutenção sejam realtivamente adaptáveis a acções de mudança, verificando-se por vezes que se não houver mudança, durante um determinado período as pessoas começam a perder o entusiasmo.

Um pouco como futurologia, pode referir-se que se irá acentuar-se gradualmente *a "Time Based Competition"*, ou seja, a competição estará focalizada essencialmente no tempo de resposta das empresas a tudo. A manutenção estando inserida na empresa e constituindo uma peça fulcral na garantia da disponibilidade dos equipamentos e da respectiva garantia de qualidade irá assumir gradualmente um papel cada vez mais importante em toda a estratégia da empresa. É simples pensar que se a produção optimiza ao máximo os seus processos, permitindo assim os menores "lead-times" possíveis, então toda a atenção fica na manutenção, isto é, se os prazos de entrega não forem cumpridos a responsabilidade é da manutenção. Para isto é necessário que a manutenção se comece a preparar para uma mudança, ou melhoria, contínua no sentido de conseguir optimizar os respectivos serviços, minimizando o número e o tempo das paragens não programadas e maximizando a disponibilidade do equipamento e a respectiva qualidade dos produtos.

A última das técnicas, que até ao momento ainda não teve direito a uma grande divulgação, é baseada na *"proactividade"*. A proactividade não é mais do que um comportamento, isto falando em termos finais. A proactividade em manutenção acaba por ser a utilização de toda a nossa capacidade para eliminar causas potenciais de falhas. Esta técnica acaba por ser o coração do RCM (Reliability-centered Maintenance), a qual será abordada mais adiante.

Uma vez mais se tem de referir que, apesar de todas as técnicas de gestão que desde o início da década de 90 têm sido publicitadas, o mais importante, principalmente no nosso país, é a mudança de mentalidades. Esta mudança de mentalidades não deve acontecer no sentido de arranjarmos maneira de fazer o que os outros fazem ou seja de os imitar com o objectivo de concretizar uma cópia do seu nível de desenvolvimento, mas sim pensarmos e utilizarmos aquilo que cada um de nós tem de melhor.

Como exemplo posso referir o caso das universidades as quais ainda continuam a formar pessoas na área da Engenharia, sem que lhes seja dada uma correcta formação em gestão, quando todos sabemos que uma grande parte dos Engenheiros que saem das Universidades, vão de alguma forma assumir funções de gestão. A grande maioria dos alunos que saem das Universidades apenas têm uma formação técnica avançada mas quase não sabem nada sobre Gestão de Recursos Humanos, Gestão de Inovação e Tecnologia, Gestão por Projectos ou Gestão de Custos, isto apenas para dar alguns exemplos sobre aquelas áreas da gestão que me parecem mais importante. Falta mais integração entre as instituições universitárias e a indústria, por forma a possibilitar que as pessoas que saem da universidade tenham a noção exacta das suas limitações..

2.7 - Técnicas e Procedimentos

2.7.1 - Introdução

A crescente evolução tecnológica que actualmente se verifica, e que se altera a cada dia que passa, tem tido como consequência que a manutenção, incluindo todos os seus recursos técnicos, é forçada a evoluir também muito rapidamente. Como já analisamos, quando fizemos referência às ferramentas, o trabalho de manutenção é actualmente muito mais exigente, principalmente pela multiplicidade de equipamentos complexos a manter, os quais exigem uma maior complexidade das ferramentas e técnicas a aplicar. As crescentes facilidades da informática possibilitam um enorme número de aplicações de computadores que conferem ao técnico de manutenção um enorme número de recursos, de tal forma que se pode falar que estamos num modo de operação próximo da máxima eficiência do equipamento, atendendo ao estado tecnológico actual.

As técnicas de manutenção preventiva sistemática e correctiva são específicas dos equipamentos e das ferramentas que são utilizadas. Como a evolução das ferramentas, dos equipamentos e dos recursos humanos foi já efectuada, as técnicas e procedimentos relativos a estes tipos de manutenção não serão abordados.

Neste ponto pretendem-se abordar, de um modo resumido, as principais técnicas e procedimentos que estão actualmente ao dispor de qualquer técnico de manutenção, para a realização de intervenções de manutenção proactiva, condicionada e preditiva, uma vez que é esta que mais tem evoluido.

2.7.2 - Técnicas de Manutenção Proactiva, Condicionada e Preditiva

2.7.2.1 - Análise de Contaminação de Fluidos - é uma técnica actualmente a ter uma grande difusão e que se inclui na Manutenção Proactiva, uma vez que acaba por ser uma forma de prevenir realmente o desgaste e não, como na Manutenção Condicionada e Preditiva, de se efectuar as intervenções com base nos sintomas de desgaste, ou seja, reage ao desgaste. Em termos genéricos este tipo de técnica é habitualmente considerada com estando incluida na Manutenção Condicionada [9]. As contaminações do óleo com partículas sólidas, humidade, ar, produtos químicos e outros materiais estranhos, são responsáveis por desgastes, gripagens, erosões e corrosões. O desgaste abrasivo causado por partículas sólidas corresponde a cerca de 90 % das falhas devidas às contaminações. As análises realizadas permitem determinar a viscosidade, a acidez, o teor de água o teor de ar e a quantidade de outros produtos. A análise da contaminação dos fluidos permite eliminar a doença antes que existam quaisquer sintomas de doença. Esta técnica implica, como primeiro passo a implementação de um programa de controlo de contaminação de fluidos de lubrificação, fluidos hidraulicos, óleos de engrenagens, e fluidos de transmissão.

Foram realizados estudos que comprovaram que, apesar de todos os filtros que existem, se verificam taxas de ingressão de 10 a 100 milhões de partículas maiores do que 10 micron (por minuto), nos sistemas instalados no campo.

No passado a análise de contaminação para ser efectuada era necessário proceder-se à recolha, em frascos, de amostras do fluido. No entanto esta forma de realizar análises deste tipo está a ser substituida pelos analisadores portáteis, que consistem, habitualmente num sensor, interligado através de um cabo a um PC no qual está instalado o respectivo software de análise. Durante o teste o sensor é colocado numa porta especial de diagnóstico especialmente instalada na máquina. Uma pequena porção do fluido a analisar passa pelo sensor e após um ou dois minutos o valor correspondente ao número de partículas é apresentado no software proprietário a correr no PC.

Passos para a implementação da técnica [9]:

- Utilizando o Índice de Vida de Contaminação, estabelece-se o nível de limpeza para cada sistema e para cada máquina.
- Selecciona-se e instala-se ou melhora-se, recorrendo à substituição, o equipamento de filtragem, e outras técnicas de exclusão da contaminação por forma a garantir os níveis de limpeza pretendidos.
- Monitoriza-se a limpeza com uma determinada periodicidade para verificar se os níveis pretendidos são atingidos. Ajusta-se a filtragem e as técnicas de exclusão de contaminantes, conforme o necessário por forma a garantir o nível de limpeza definido inicialmente.

2.7.2.2 - Análise dos Elementos de Desgaste - Esta técnica tem como base habitual a Espectrografia, a qual é uma técnica que permite a análise qualitativa e quantitativa das partículas no seio do lubrificante, quer sejam contaminantes ou aditivos, com o máximo rigor e num espaço de tempo muito reduzido. O resultado é apresentado em partes por milhão (ppm) contidos na amostra de fluido lubrificante. Existem actualmente três tipos [21]:

- Espectrometria de Emissão - O espectrómetro mede os comprimentos de onda característicos da luz emitida pela amostra do fluido quando esta é sujeita a uma descarga eléctrica. Actualmente os espectrómetros de emissão por plasma ICP (Inductively Coupled Plasma) têm como características principais uma grande sensibilidade e um grande rigor, tendo mesmo sido obtida uma exactidão semelhante aos espectrofotómetros, na determinação dos diferentes elementos. Aliada a esta vantagem é de realçar a rapidez com que se obtem o relatório multi-elementar, tipicamente em menos de 10 minutos, o que torna este método o mais indicado, dos actualmente existentes, para o acompanhamento do desgaste. Permite a detecção de maiores partículas do que o espectrofotometria.
- Espectrofotometria (ou Espectrometria de Absorção Atómica) - Funciona segundo o princípio que afirma que cada átomo absorve apenas a luz correspondente ao seu próprio comprimento de onda. O instrumento não é excessivamente caro, tem uma boa exactidão, é compacto e simples de operar. Tem como limitação principal o facto de detectar partículas de dimensão inferior a 15 microns e apenas um elemento de cada vez.
- Fluorescencia de Raio-X - É uma técnica baseada no princípio que afirma que as partículas de desgaste emitirão raios-x com um comprimento de onda característico, quando expostos a uma fonte de radiação. O equipamento é portátil sendo contudo extremamente caro e obrigando a ter conhecimentos tecnicamente apropriados, os quais podem ser considerados avançados para a maior parte dos técnicos de manutenção, para ser possível efectuar a análise dos resultados, o que o torna desinteressante, no seu estado actual de desenvolvimento.

2.7.2.3 - Análise das Partículas de Desgaste - A técnica aqui referida designa-se por Ferrografia, permite fixar partículas entre 1 e 250 micron.Integrados nesta técnica existem dois tipos, complementares em termos de utilização [32]:

- Ferrografia de Leitura Directa (Ferrometria) - O Ferrógrafo de Leitura Directa (DR III) é um aparelho que permite a medição quantitativa da concentração de partículas ferrosas, bem como de algumas não ferrosas, que estão contidas num lubrificante. As partículas contaminantes vão sendo depositadas ao longo de um tubo capilar, devido à atracção de um campo magnético ou por sedimentação. As maiores partículas são depositadas sequencialmente em primeiro lugar seguindo-se as de dimensão imediatamente inferior, e assim sucessivamente. A densidade do depósito é medida por um transdutor óptico, o qual converte a luz que atravessa o tubo em dois locais distintos e atempadamente definidos. Esta luz medida é inversamente proporcional à densidade do depósito de partículas. Os valores obtidos

permitem, ao longo do tempo criar uma curva de tendências, a qual possibilita, se forem definidos níveis de alerta e alarme, o estabelecimento de um controlo da condição do equipamento.

- Ferrografia Analítica (FM III) - A Ferrografia Analítica consiste na fixação magnética, recorrendo à sedimentação, sobre um substrato de vidro, das partículas contaminantes do fluido lubrificante. As partículas de maiores dimensões são depositadas à entrada do ferrograma diminuindo progressivamente de tamanho à medida que se vai caminhando ao longo do mesmo. A contagem das partículas necessita então de um microscópio, onde outras características das partículas são também analisadas, tais como as dimensões, o formato, a cor a superfície e os contornos. Após esta análise as partículas podem ainda ser sujeitas a diferentes temperaturas por forma a possibilitar a identificação de diferentes ligas. As partículas são agrupadas em famílias, com base nas suas características, podendo habitualmente dividir-se em [9]:
  - Partículas características de um período de rodagem (R)
  - Partículas características de um funcionamento normal (N)
  - Partículas características de um fenómeno de fadiga (F)
  - Partículas características de uma gripagem (G)
  - Partículas características de uma degradação mista fadiga/gripagem (M)
  - Partículas características de uma avaria eminente (A)

A análise final com base na quantidade de partículas por família permite tirar conclusões sobre o estado do equipamento e definir as acções correctivas que se justifiquem.

2.7.2.4 - Contagem das Partículas de Desgaste - Os contadores de partículas determinam a quantidade de partículas, agrupando-as em função do seu tamanho. São instrumentos que utilizam variadas técnicas que vão desde o bloqueio da passagem da luz até à produção de impulsos eléctricos à medida que os fragmentos se deslocam através de um electrólito. É uma técnica que permite atingir uma elevada exactidão sendo o equipamento bastante caro. Só é habitualmente aplicado em sistemas que geram pequenas quantidades de partículas, como sejam o fluido de sistemas hidráulicos ou em turbinas. Não é habitualmente utilizado em motores e caixas redutoras, por estes equipamentos gerarem um grande número de partículas. Consegue contar partículas de qualquer tamanho.

2.7.2.5 - Análise das Partículas de Desgaste por Centrifugação - O fluído é centifugado sendo todas as partículas nele contidas removidas e ficando desse modo disponíveis para análise posterior. Não organiza as partículas de acordo com o seu tamanho ou tipo, em óleo oxidado as partículas de carbono podem ocultar os fragmentos resultantes do desgaste, sendo estas as suas principais desvantagens. Como vantagem temos o preço extremamente reduzido quando comparado com outras técnicas.

2.7.2.6 - Outras Técnicas de Análise de Desgaste [21]:

- Os **Detectores Indutivos** permitem a contagem do número de partículas e a respectiva elaboração de gráficos de tendências. Têm algumas limitações no que respeita ao tamanho das partículas, a arrefecimento e à presença de materiais não ferrosos.
- Os **Detectores Capacitivos** permitem a contagem de partículas metálicas quando estas passam através da alteração de uma capacidade AC entre as placas de um condensador. Podem ter uma baixa exactidão devido à deficiente compensação da temperatura.
- **Filtros Condutores de Electricidade** constituem um sistema de detecção de partículas que utiliza uma malha electrificada para reter as partículas estranhas. Ficando as partículas metálicas maiores presas nessa rede, o sistema mede a sua quantidade através das ligações efectuadas por estas entre os fios da rede. Se a

pressão diferencial aumentar entre os dois lados da rede então é porque existem partículas não metálicas a colmatar a mesma.

• Os **Sistemas de Filtragem Existentes e os Especiais** que se podem montar permitem, através de inspecções periódicas avaliar qual é a quantidade de partículas que está a ficar retida nos mesmos. Este sistema tem a grande desvantagem de implicar uma paragem do equipamento, a menos que exista uma montagem especial.

• **Monitores de Turbidez** permitem a detecção da presença de partículas e de degradação química/térmica do fluído, têm autocalibração, autolimpeza, sendo contudo um sistema que pode gerar alarmes falsos e é bastante caro. Os **Sensores de Nível Ópticos** podem , por muito menor preço, desempenhar uma função semelhante.

• O **Bujão Magnético** é um sistema que permite a atracção de partículas ferrosas, necessitando de um ponto de introdução do fluído que deverá estar perfeitamente acessível. É um sistema bastante prático e económico.

2.7.2.7 - *Boroscope e Fibrescope*, ou Endoscópios - São sistemas ópticos, vulgarmente conhecidos por sondas, de inspecção visual utilizados em equipamentos complexos e que são habitualmente inacessíveis se não houver uma paragem e uma desmontagem de outros componentes.

2.7.2.8 - Estroboscópios - São equipamentos que permitem a inspecção visual de partes móveis, produzindo uma luz intermitente, a uma frequência regulável, de elevada potencia. Regula-se a frequência de intermitência até o objecto que pretendemos analisar parecer estar parado, o que nos permite observar vibrações pronunciadas, desequilíbrios ou tensões excessivas nas fendas. É um instrumento de baixo custo.

2.7.2.9 - Líquidos Penetrantes - É um método de baixo custo e muito útil indica com algum rigor se existem fracturas na superfície das máquinas, especialmente permite verificar a integridade de soldaduras.

2.7.2.10 - Tintas e Lápis Termográficos - São soluções de baixo custo e extremamente úteis para a indicação de que uma determinada temperatura foi atingida, sendo a sua maior aplicação no caso de motores eléctricos, os quais começam a atingir temperaturas mais elevadas antes de avariarem.

2.7.2.11 - Termografia por Infra-Vermelhos - Esta técnica, que é extremamente cara, envolve a utilização de uma câmara termográfica mono ou policromática, o que permite aumentar a capacidade da visão humana para a área dos infravermelhos do espectro electro-magnético. Esta técnica permite a apresentação,em tempo real, de imagens térmicas ao operador. Permite a detecção de pontos de diferente temperatura em edifícios, tubagens e depósitos quentes que poderão representar perdas ou fugas energéticas. Como maior aplicação temos o controlo de equipamento eléctrico de Alta Tensão, sem esquecer que também é aplicado no controlo de circuitos impressos, equipamento de controlo, motores e sistemas hidráulicos. A operação deste equipamento portátil e exacto, exige alguns conhecimentos incluindo o domínio do parâmetro emissividade dos materiais, sem o que se torna impossível obter medidas exactas.

2.7.2.12 - Radiologia - As técnicas de inspecção visual disponíveis nesta área são o exame Raio-X da condição de componentes internos e o exame Raio-Gama para o caso de máquinas e componentes ocos. São técnicas bastante complexas, muito dispendiosas e que implicam algum risco no que respeita à segurança dos operadores. As pás das turbinas dos motores dos aviões são inspeccionadas desta forma.

2.7.2.13 - Sistema Laser - São essencialmente sistemas de medição que permitem efectuar medições de distâncias e ângulos com uma óptima exactidão. São sistemas portáteis mas muito caros e que exigem conhecimentos aprofundados para operar. São usados para testar a exactidão de máquinas CNC, já tendo sido usado para a medição de desgastes em fornos de empresas siderúrgicas.

2.7.2.14 - Fluxo Magnético (Magnetoscopia) - Esta técnica permite a detecção, com um baixo custo, de fracturas de superfícies. É necessário um elevado conhecimento para operar com o equipamento e também é apenas possível a sua utilização em materiais magnéticos, com superfícies limpas e tem de se ter em atenção a orientação da fractura pois de outro modo corre-se o risco de não detectar a fractura.

2.7.2.15 - Resistência Eléctrica - É uma técnica de baixo custo e é utilizada para a detecção de fracturas e da sua profundidade. É necessário bastante conhecimento , é também sensível à orientação da fractura, só pode ser utilizado em materiais condutores da corrente eléctrica e requere uma superfície lisa e limpa

2.7.2.16 - Corrente de Eddy / Foucault - É uma técnica que permite detectar fracturas sub-superficiais. Obriga a um elevado grau de conhecimento, sendo a detecção afectada pela proximidade do sensor, detecta uma grande variedade de descontinuidades em materiais sendo um sistema relativamente barato.

2.7.2.17 - Ultra-sons - Permite a detecção de fracturas em qualquer lado dentro do componente desde que exista acesso através de uma superfície lisa e limpa.. O custo do aparelho é relativamente baixo, é necessário ter elevados conhecimentos para o operar e é sensível à direcção.

2.7.2.18 - Corrosímetro - É um equipamento de baixo custo, que utiliza um potenciómetro eléctrico, o qual requere algum conhecimento para o operar e conseguir detectar corrosões até 1 micron.

2.7.2.19 - Monitorização do Desempenho (Observação de Parâmetros Processuais) - É possível a sua implementação através da manutenção da vigilância devidamente definida, através de medições, sobre as variações dos valores relativos a quantidades ou à qualidade produzida, ou a relação entrada/saída da máquina, ou ainda através da medição simultânea de dois parâmetros garantindo condições de operação dentro de determinados padrões. Existem por vezes determinados parâmetros que são medidos processualmente e que nos podem fornecer indicações preciosas sobre o estado dos equipamentos, tais como por exemplo o caso de um sistema de controlo cuja temperatura é verificada periodicamente e que de um momento para o outro começa a estar fora de determinadas tolerâncias, por exemplo entrando em instabilidade, o que indicia que poderá existir algum problema na válvula motorizada ou mesmo no próprio controlador.

2.7.2.20 - Análise de Vibrações - É, sem grande margem para dúvidas uma das mais divulgadas e, potencialmente, uma das mais úteis técnicas que actualmente se utilizam em manutenção condicionada. A Análise de Vibrações consiste numa técnica que corresponde à evolução científica da forma inicialmente utilizada para medir vibrações que consistia na "apalpação" e/ou no encostar da chave de fenda simultâneamente na máquina e no ouvido, tendo o técnico de manutenção, de uma forma imediata, uma ideia, não exacta, nem reprodutível, do nível de vibrações de determinado equipamento.

A medição de vibrações permite a obtenção de indicadores de falhas potenciais, sendo relativamente simples a aquisição de dados através de transdutores e colectores de dados adequados, que oferecem vantagens sobre outras técnicas principalmente no que respeita à fiabilidade e à simplicidade de intrepretação dos resultados. Um aumento no nível global de vibração fornece um alerta sobre a existência de uma falha potencial

enquanto que o aumento na amplitude de uma dada frequência fornece uma informação sobre a origem do problema, isto em termos básicos.

As principais situações em que esta técnica tem dado óptimos resultados, pelo que deve ser utilizada são as seguintes [18] [9] [21]:

- Desequilíbrios
- Desalinhamentos
- Desapertos ou folgas
- Veios empenados
- Engrenagens gastas ou danificadas
- Chumaceiras de casquilhos danificadas
- Rolamentos danificados
- Desalinhamento dos tambores ou incorrecto ajuste das correias
- Falhas de combustão, falhas estruturais e ressonâncias em motores díesel
- Avarias de motores eléctricos, de origem eléctrica.

Se estes problemas fazem parte integrante da lista de falhas de uma dada empresa então a hipótese de se implementar um Controlo de Condição Através da Análise de Vibrações deverá ser devidamente ponderada.

A medição de vibrações pode ser efectuada atraves de três tipos de parâmetros, ou seja, deslocamento, velocidade e aceleração. Para os desequilíbrios ou os desalinhamentos o parâmetro mais adaptado é o deslocamento dadas as vibrações neste caso serem de baixa frquência. Para fenómenos de alta frequência, como sejam os defeitos em rolamentos, então deve ser utilizada a aceleração. A velocidade ou melhor o seu valor médio quadrático (RMS) deve ser utilizado na análise da severidade das vibrações numa larga faixa de frequências.

Para instalações de recolha discreta de dados, o equipamento de medição de vibrações actual consiste em acelerómetros, que podem ser fixos nos pontos de medida, habitualmente através de rosca incorporada, ou através de bases magnéticas sendo o acelerómetro fixado, neste caso, em cada ponto de medida apenas no momento da aquisição dos dados. A recolha dos dados em contínuo é realizada por equipamentos especiais, que estão permanentemente a efectuar a conversão analógica/digital dos dados dos diferentes acelerómetros e a enviá-los para o computador dedicado de armazenamento e processamento da informação.

Por outro lado nos sistemas de recolha discreta da informação é utilizado o "Data Collector" o qual é actualmente um instrumento de medição com algumas capacidades de processamento, sendo um instrumento portátil mas com uma grande capacidade de interacção com o utilizador. Por último, e porventura podendo ser considerada a mais importante peça de todo este sistema, temos o computador, do tipo PC, o qual tem de estar dedicado para sistemas de recolha e processamento contínuos, enquanto que no caso dos sistemas de recolha discreta temos a transferência após a realização da recolha de dados, na qual são seguidas rotas de medição, para o PC sendo o processamento dos dados e a análise da informação resultante, a qual implica a elaboração de gráficos e a análise da ultrapassagem de nives de alerta ou alarme, nos diferentes equipamentos.

O processamento de sinal pode ser mostrado com base no tempo ou na frequência. O sistema possibilita actualmente o auxílio completo na avaliação e no seguimento das tendências e possiblita a detecção de falhas potenciais, eventualmente através do recurso a sistemas periciais que fornecem de um modo automático, sem grande análise e com um determinado grau de probabilidade o diagnóstico da falha potencial, conforme foi já referido anteriormente. As técnicas mais comuns são as que seguidamente se apresentam [21]:

- Medidores de Nível Global de Vibrações - São equipamentos utilizados para avaliar o nível global de vibrações da máquina. Não toma em atenção a complexidade do sinal adquirido. São sistemas que podem ser permanentes ou protáteis e podem usar transdutores sísmicos, de proximidade ou acústicos. Os maiores problemas na sua utilização é que necessitam de outros equipamentos e tratamentos de

sinal para a detecção de avarias, é insensível a deteriorações precoces e pode levar a alarmes que não têm qualquer razão de ser.

- Análise Espectral - O sinal obtido na base temporal é convertido para o domínio da frequência tornando-se mais significativo no que se refere à análise das vibrações. É uma técnica utilizada na identificação selectiva, em função das componentes frequenciais, dos defeitos nos diferentes equipamentos, ou seus componentes. Obtido através do recurso à utilização da FFT (Fast Fourier Transform), este espectro permite identificar de forma clara e fiável quais são as diferentes componentes frequenciais presentes e, através da análise do espectro, definir de quem é a responsabilidade de cada componente. Por vezes a análise espectral, só por si apresenta algumas limitações na detecção de fenómenos particulares, bem como apresenta problemas como seja o aliasing, o efeito de vedação de tábuas ou o facto de existir uma janela temporal. Esta técnica implica um nível de conhecimentos já bastante avançado por forma a ser possível retirar o máximo partido da sua utilização.
- Monitorização de Frequências Discretas - É uma técnica apenas utilizada para a monitorização contínua de componentes críticos os quais, durante a sua degradação, apresentam níveis de vibração elevados a determinadas frequências bem determinadas. É um método que permite, de uma forma simples e directa estabelecer uma relação directa entre a medição de um determinado nível de vibração e uma falha potencial, não necessitando a intervenção de especialistas, a não ser, ocasionalmente, e com maior incidência numa fase inicial.
- Monitorização de Impulsos de Choque - Este sistema que apenas necessita da utilização de um "Schock Pulse Meter" permite detectar o início de uma deterioração de um qualquer rolamento. Quando utilizado com um sistema de Medição do Nível Global de Vibração, permite cobrir quase a totalidade dos componentes que se devem monitorizar com um sistema de análise de vibrações.
- Método Kurtosis - É uma técnica sensível à existência de um espectro com picos. É utilizado na monitorização de rolamentos. O valor Kurtosis ou "k" medido indica, se for muito elevado, que o rolamento está defeituoso.
- Análise Cepstral - A base deste método é o conhecimento dos espaçamento frequencial das bandas laterais do espectro frequencial, o qual é útil no diagnóstico de avarias É um tipo de análise que obriga a bastantes conhecimentos técnicos e à utilização de equipamento bastante caro. Esta técnica permite detectar periodicidade no espectro, ou seja, famílias de harmónicos e bandas laterais igualmente espaçados, sendo insensível ao meio de transmissão dos sinais desde a fonte interna até ao exterior da máquina. Permite a detecção do padrão harmónico numa fase precoce, mesmo que a frequência fundamental, que corresponde à passagem das esferas não seja detectável. Devido à sua indicação precisa do espaço harmónico é possível, com grande exactidão, detectar qual é o componente avariado. Por fim, deve referir-se que o valor de pico principal do cepstro é um parâmetro ideal na análise de tendências pois representa a média de um grande nº de harmónicos individuais, pelo que as flutuações nestes são muito atenuadas. Como exemplo de aplicação prática pode referir-se a detecção de esferas estragadas em rolamentos, e outros curtos impulsos que são produzidos periodicamente.
- Média de Sinais - Esta técnica permite a detecção, o diagnóstico e a identificação da natureza dos defeitos em engrenagens e rolamentos através do cálculo da média do sinal vibratório obtido através da medição de várias voltas do componente em análise. É uma técnica cara e que é apenas utilizada em equipamentos críticos, do ponto de vista funcional ou de segurança, não permitindo o seguimento através da elaboração de gráficos de tendências.

Para possibilitar a análise, uma vez definidos os pontos e os respectivos tipos de medição utilizando o transdutor mais indicado, torna-se necessário implementar um sistema criterioso de avaliação, sem o qual, ou com um incorrectamente definido, toda a técnica é colocada em causa.

Existem vários critérios que podem ser utilizados para a avaliação dos resultados das medições, sendo dada, seguidamente uma ideia sobre cada um dos principais [33]:

- *Normas* - Servem habitualmente como primeiro guia para a avaliação da condição do equipamento. A norma ISO 2372 (VDI 2056, BS4675) especifica limites, dependendo do princípio de funcionamento, da potência da máquina e do tipo de medição. Esta norma estabelece limites apenas para velocidades RMS e frequências entre 10 e 1 kHz. Fornecem limtes para níveis globais de vibrações e para a avaliação da amplitude de alguns tipos de componentes de frequências individuais resultantes de uma análise frequencial. No caso de rolamentos estes valores não podem ser aplicados. Como limitação principal deve referir-se que as condições que são impostas só se verificam em Bancos de Controlo. Entre outras normas existentes podemos referir as ISO 2373, 2954 e 3945.
- *Valores Fornecidos pelos Fabricantes dos Equipamentos de Medida* - São geralmente fornecidos critérios com base em normas, que têm as limitações já referidas e critérios próprios dos medidores que se destinam a avaliar o estado dos rolamentos e que dependem do próprio instrumento de medição.
- *Valores Fornecidos pelos Fabricantes da Máquina a Controlar* - São valores, que raramente são fornecidos, mas que existindo devem ser tomados em linha de conta pois o fabricante é quem habitualmente conhece melhor o seu próprio equipamento
- *A Experiência* - A experiência é um dos pontos fundamentais de qualquer sistema de Controlo de Condição por Análise de Vibrações.
- *Seguimento de Tendência* - O método mais seguro, é aquele que permite uma análise baseada em informação em que garantidamente não estamos perante uma situação em que temos dúvidas. Desta forma o melhor de todos os métodos é aquele em que recorremos à monitorização de vibrações no início da vida util do equipamento, existindo garantias de que este se encontra em perfeitas condições de funcionamento, devendo este conjunto de valores "padrão" funcionar como ponto de comparação com futuras medições, sendo recomendada a existência de um controlo integrado dos diferentes valores incluindo os que são fornecidos pelas normas. Mais importante que um valor absoluto é a evolução de uma tendência, pois desta forma estamos a retirar a possibilidade de erro introduzida pelo facto das normas se referirem a condições bem definidas, e que quase nunca têm nada que ver com a realidade.

Após esta definição é necessário elaborar o Projecto de Análise de Vibrações, o qual passa habitualmente por um estudo muito completo, realizado com o auxílio de especialistas, tendo invariavelmente como fase inicial uma instalação piloto. Neste projecto são analisadas informações obtidas através de diagnóstico e emitido um parecer claro sobre os gastos e os proveitos previstos, para cada fase.

A grande vantagem desta técnica é a possibilidade de utilizar os sinais obtidos através de uma avaliação criteriosa, recorrendo a métodos tais como a verificação da condicção, a monitorização de tendências e o diagnóstico de falhas. A todas estas potencialidades está actualmente a juntar-se aquilo que todos estavam à espera e que é a possiblidade de, com muito menos conhecimento de análise frequencial, técnicos experientes em manutenção tenham a possibilidade de utilizar o sistema, dado que este possui a capacidade pericial. Para além disto o recurso a sistemas periciais, considerados como sistemas realmente preditivos, baseados no conhecimento, permite ainda o aumento do número de pontos de medição num mesmo sistema, a detecção de várias falhas em simultâneo e a identificação de falhas críticas e não críticas para definir prioridades de intervenção.

2.7.2 - Aspectos de Implementação de Técnicas de Manutenção

A estratégia definida num projecto de implementação de técnicas de manutenção preventiva tem de passar obrigatoriamente por um planeamento cuidado, que incluirá a organização, a formação e, em termos finais, todos os aspectos relacionados com a gestão da manutenção. Nesta estratégia terão de ser considerados, de uma forma integrada, os três principais vectores das técnicas de manutenção, ou seja, a manutenção correctiva, a manutenção sistemática e a manutenção condicionada, preditiva e proactiva.

No que respeita à manutenção correctiva tem existido uma evolução clara ao nível das técnicas utilizadas, fundamentalmente ao nível dos recursos humanos, das ferramentas, e dos métodos e programação dos trabalhos.

De um modo resumido deve referir-se que a implementação de um sistema potencialmente tão interessante, como é o Sistema de Manutenção Condicionada, Preditiva e Proactiva, terá de seguir um plano bem elaborado.

Como primeiros passos deve-se elaborar uma proposta que terá obrigatoriamente de conter o seguinte [21]:

- O âmbito da aplicação proposta e a forma como a proposta será implementada.
- As implicações financeiras de introduzir a Manutenção Condicionada , no que respeita os gastos e os as poupanças estimadas.

Uma vez ultrapassada a fase inicial deverá ser seguida uma sequência de oito passos [21]:

1. Seleccionar a equipa de técnicos que irão planear e implementar o projecto
2. Formação inicial da equipa
3. Definir um projecto piloto, numa determinada máquina, ou conjunto de máquinas
4. Seleccionar as técnicas a utilizar
5. Definir procedimentos, instrumentação e a organização para a implementação
6. Formar nos equipamentos específicos, o pessoal envolvido no programa de Controlo de Condição
7. Lançar o programa de Controlo de Condição
8. Controlar e se necessário corrigir o programa

2.8 - Normalização

O tema da normalização na Manutenção assume actualmente uma grande importância principalmente porque, de acordo com a última edição das Normas ISO 9000, de certificação de empresas, contrariamente à anterior edição, a função Manutenção já é referida como uma função autónoma, em qualquer empresa industrial. Apesar de apenas ser feita referência à "... manutenção adequada...", esta acaba por ser um primeiro passo para o reconhecimento da importância da manutenção dos equipamentos no que respeita à qualidade dos processos de fabrico. A título de exemplo, posso referir que, durante uma recente Auditoria de Concessão do Certificado de Qualidade ISO 9002, a uma empresa têxtil, a função manutenção foi alvo de uma auditoria. Com base na informação fornecida pelos consultores, não era até aquele momento conhecido qualquer caso de realização de uma auditoria à função manutenção, no âmbito de uma auditoria de concessão do certificado de qualidade de acordo com a supracitada norma.

A nível Europeu existe, desde 1993 uma comissão técnica, a CEN/TC 319, a qual é responsável pelos trabalhos de normalização na área da Manutenção Industrial. Dentro desta comissão existem cinco grupos de trabalho:

- WG1 - Classificação dos Serviços de Manutenção
- WG2 - Manutenção Contratada
- WG3 - Terminologia
- WG4 - Garantia de Qualidade na Manutenção
- WG5 - Documentação para a Manutenção

Em Portugal existe a comissão IPQ/APMI/CT 94, a qual tem por função ocupar-se da normalização de manutenção a nível nacional e funcionar como elo de ligação entre a Manutenção Portuguesa e a Comissão Europeia.

No mundo da manutenção industrial europeia, acaba por ser aceite por todos os técnicos que as normas que estão a servir de base a todas as actividades de manutenção, são as que foram elaboradas pela AFNOR (Association Française de NORmalisation), visto que são aquelas que apresentam uma cobertura mais completa e que estão, de acordo com algumas informações que nos foram fornecidas, estão também a servir de base ao futuro conjunto de normas ISO para a área de Manutenção Industrial.

A informação sobre normalização em manutenção é ainda extremamente difícil de obter, sendo apenas revelada alguma informação nas revistas da especialidade. Este assunto, que é da maior importância e que diz respeito a todos quantos trabalham em manutenção, deveria ser aberto à discussão via Internet, por exemplo, por forma que deixasse de haver a necessidade de, para participar nas reuniões da CT 94, ir a Lisboa uma vez por mês.

2.9 - TPM

2.9.1 - Descrição

O TPM (Total Productive Maintenance), traduzido habitualmente como Manutenção Produtiva Total, foi introduzido no Japão por volta de 1971, por Nakajima, após este ter efectuado uma observação directa da Manutenção Preventiva que os Americanos implementavam. Assim, utilizando uma forma bastante comum, pode afirmar-se que o TPM permite a manutenção do equipamento realizada por todos os funcionários da empresa. O TPM é a manutenção produtiva envolvendo a participação total. As principais metas do TPM são as *zero paragens por avaria* e os *zero defeitos*.

O "T" de Total dentro do TPM, tem o seguinte significado [25]:

- Total Eficiência Económica, ou seja Eficiência Lucrativa
- Sistema de Manutenção Total:
  - » Manutenção Correctiva Analisada e Controlada
  - » Manutenção Preventiva com todos os componentes:
    - .Sistemática
    - .Condicionada
    - .Preditiva
    - .Proactiva
  - » Melhoria dos Equipamentos incluindo melhorias da:
    - .Manutibilidade
    - .Fiabilidade
    - .Disponibilidade
  - » Gestão da Manutenção Assistida por Computador
- Participação Total de Todos os Empregados

A "Manutenção Convencional", tem como base o facto da manutenção preventiva ser da inteira responsabilidade da manutenção, dividindo claramente as funções Produção e Manutenção, o que contraria o TPM Japonês, o qual inclui a manutenção preventiva, e se baseia na participação de todos, principalmente os operadores, através da manutenção autónoma.

A manutenção preventiva permite atingir uma eficiência económica.

A manutenção produtiva permite atingir eficiência económica e a manutenção preventiva, a prevenção da manutenção e o melhoramento da manutibilidade.

O TPM permite atingir o que foi referido nos dois últimos parágrafos acrescido da manutenção autónoma realizada pelos operadores.

Em termos típicos são necessários cerca de três anos para a implementação completa do TPM, existindo, contudo, empresas do norte da Europa que afirmam ter conseguido implementar o TPM em pouco mais de seis meses.

A definição completa do TPM inclui os seguintes cinco elementos [25]:

- O TPM tem por objectivo maximizar a eficiência dos equipamentos
- O TPM estabelece um sistema de Manutenção Preventiva para toda a vida do equipamento.
- O TPM é implementado por vários departamentos, sendo a manutenção e a produção os principais.
- O TPM envolve todos os funcionários da empresa, desde a Administração aos Operários
- O TPM baseia-se na promoção de Manutenção Preventiva através da gestão de motivação, recorrendo às actividades de pequenos grupos.

Por forma a aumentar o OEE (Overall Equipment Effectiveness) o TPM contraria as seis grandes fontes de perdas [25]:

Tempo de Paragem

- 1-Avarias do equipamento - paragens
- 2-*Setup* e afinações, para a preparação do processamento de um artigo diferente

Perdas de Velocidade

- 3-Pequenas paragens e inactividade
- 4-Abaixamento de velocidade

Defeitos

- 5-Defeitos de processo - defeitos de qualidade
- 6-Baixa produção - desde o arranque da máquina até à produção estabilizada

O TPM, à semelhança da Terotecnologia tem como meta o melhoramento da eficiência do equipamento.

Mais recentemente surgiu uma evolução do TPM, no sentido da adaptação desta técnica à implementação a empresas ocidentais, nas quais se sentiram algumas dificuldades de implementação do TPM, devido fundamentalmente às diferenças culturais, que é designada por TPEM (Total Productive Equipment Management), a qual foi desenvolvida por Hartmann. Como indica a própria designação o TPEM é uma técnica que ainda é mais focalizada nos equipamentos do que o TPM.

Esta Gestão do Equipamento, ou TPEM, permite [34]:

- Melhorar o equipamento no sentido de atingir o seu mais elevado nível de rendimento e eficiência.
- Manter o equipamento no seu mais elevado nível de eficiência e disponibilidade.
- Pesquisar (comprar ou construir) novos equipamentos com um nível de eficiência pré-definido e com um baixo custo de ciclo de vida

Segundo esta corrente evolutiva, os objectivos do TPM são [34]:

» Zero paragens não programadas

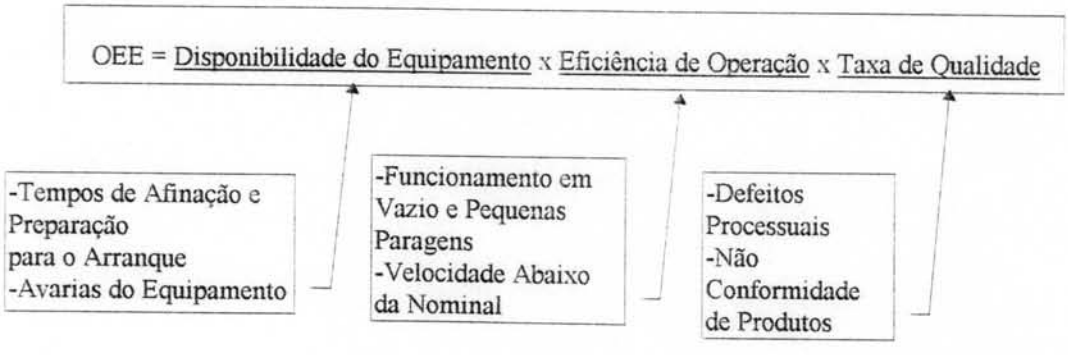
» Zero defeitos causados pelo equipamento

» Zero perdas de velocidade no equipamento

Nos pontos seguintes não será estabelecida uma diferença entre TPEM e TPM, o que é justificado pelo facto da base de ambas as técnicas ser a mesma, embora seja dada maior ênfase aos conceitos e técnicas ligadas ao TPEM [34].

2.9.2 - Eficiência dos Equipamentos

A eficiência dos equipamentos é medida em termos do TPM pelo OEE (Overall Equipment Efectiveness), ou Eficiência Global do Equipamento. A fórmula para o cálculo do OEE é a seguinte:



Esta é uma medida global da eficiêncica do equipamento.quando o mesmo está preparado para operar, permitindo detectar onde está o ponto fraco do mesmo. O TPM permite melhorar o OEE do equipamento.

O cálculo do OEE pode ser efectuado de muitas formas para um mesmo equipamento. Existe por isso uma obrigatoriedade de se recolherem apenas dados que sejam significativos e que espelhem a realidade, para o que é necessário ter muita atenção na fase de preparação relativamente a este passo fulcral de toda a implementação do TPM.

Na tabela 2.9.2/1 seguinte estão representados os tempos que são habitualmente significativos para o TPM [34]:

Tabela 2.9.2/1 - Tempos Significativos para o TPM

TEMPOS	*ABR*	*DESCRIÇÃO*
Tempo Total Disponível	TTD	É o tempo total que está disponível para ser utilizado e que depende do horário de trabalho. Exemplo: Se uma empresa laborar em 3 turnos de 8 horas, então teremos que TD=1440 min/dia. A unidade habitualmente utilizada é o minuto.
Tempo de Paragem Planeada	TPP	É o tempo, dentro do tempo total disponível, que é utilizado para a realização de paragens planeadas. Exemplos: Não produção devidamente planeada; Intervalo para refeição; Intervenções de Manutenção Planeadas
Tempo de Setup	TS	É o tempo que é necessário para preparar o equipamento para a realização de um novo tipo de produção, ou para manter a produção. Exemplos: Tempo de afinação do equipamento; Tempo de introdução de um novo conjunto de valores pretendidos; Tempo de reconfiguração; Tempo de teste; Tempo de estabilização de condições
Tempo de Paragem	TP	É o tempo das paragens não planeadas do equipamento. Exemplos: Avarias; Falha de energia; Acidente de trabalho; Defeito de produção.
Tempo Perdido	TPE	É o tempo consumido nas pequenas paragens. Exemplos: Ausência do operador; Perda de velocidade; Funcionamento em vazio.
Tempo Perdido por Qualidade	TPQ	É o tempo que é gasto no reprocessamento de artigos produzidos e que não se encontravam conforme as especificações.
Tempo de Trabalho	TT	TT = TTD - TPP Tempo durante o qual o equipamento está em funcionamento.
Tempo de Operação	TO	TO = TT - TS Tempo durante o qual o equipamento está em funcionamento e a produzir.
Tempo de Operação Líquido	TOL	TOL = TO - TP Tempo durante o qual o equipamento está em funcionamento.

		já excluindo as paragens não planeadas.
Tempo de Operação Real	TOR	TOR = TOL - TPE Tempo que efectivamente foi utilizado para produzir, nas condições especificadas, ou "ideais".
Tempo Produtivo Líquido	TPL	TPL = TOR - TPQ Tempo que foi utilizado para produzir artigos conformes com as especificações. Excluem os tempos que foram utilizados no reprocessamento de artigos.

Para além do OEE existe também uma série de outros cálculos que permitem obter informação significativa sobre o rendimento e a produtividade do equipamento.

Produtividade Efectiva Total do Equipamento TEEP = (TTD - TPP) / TTD x 100
Total Effective Equipment Productivity

Eficiência Líquida do Equipamento NEE = (TO - TP) / TO x 100
Net Equipment Efectiveness

Eficiência de Operação

EO = (Tempo Ciclo Teórico x nº peças fabricadas) / TOL x 100

EO = (TOL - TPE) / TOL x 100

Taxa de Qualidade

TQ = (nº peças fabricadas - nº peças rejeitadas) / nº de peças fabricadas x 100

TQ = (TOR - TPQ) / TOR x 100

Os valores típicos para o OEE variam de indústria para indústria mas, é habitualmente aceite por todos que valores de OEE inferiores a 85 % não são excelentes. Este valor de OEE implica excelentes valores de Disponibilidade de Eficiência de Operação e de Taxa de Qualidade.

A diferença existente entre o TEEP e o OEE corresponde à capacidade do equipamento que existe e não está a ser utilizada, podendo rapidamente passar a sê-lo.

O grande objectivo do TPM é a maximização da Eficiência do Equipamento, para o que é necessário parar a deterioração do equipamento, o que implica a existência de:

- Minimização dos erros de operação
- Implementação de Manutenção Preventiva

Por forma a minimizar as falhas, pretendendo-se atingir o ideal, que é a eliminação dessas falhas, é necessário tomar as seguintes medidas:

⇒ Manter as condições básicas »Limpeza
»Lubrificação
»Filtragens

⇒ Garantir a adesão a procedimentos de operação correctos

⇒ Reparar qualquer tipo de deterioração

⇒ Melhorar as falhas de projecto

⇒ Melhorar a competência de operação e manutenção

2.9.3 - O Projecto TPM

Para se implementar o TPM não é apenas necessário efectuar os cálculos dos diferentes índices, como é óbvio, mas torna-se necessário proceder à elaboração de um projecto.

A implementação de um projecto TPM não obriga, à partida, à existência de uma manutenção organizada, com registos de intervenção nem com um sistema de manutenção preventiva devidamente implementado. Contudo, se tal não se verificar, estas fases terão obrigatoriamente de ser integradas no início do plano de implementação do projecto.

Os procedimentos e os respectivos detalhes práticos para a implementação de um projecto TPM têm de ser desenvolvidos por cada empresa, não existindo uma fórmula milagrosa, que depois de aplicada em qualquer lado, permita obter os resultados que se esperam de um processo deste tipo. A análise é casuística, uma vez que depende de um sem número de diferentes factores, entre os quais se encontra o único, e sempre subjectivo, factor cultural.

Os requisitos habitualmente necessários para a implementação do TPM são os que seguidamente se apresenta [25]:

- Eliminar as seis grandes fontes de perdas, por forma a melhorar a eficiência do equipamento.
- Implementar um programa de Manutenção Autónoma
- Estabelecer um programa de manutenção para o departamento de manutenção
- Melhorar a competência do pessoal de operação e manutenção
- Implementar inicialmente um programa de gestão de equipamentos

Existem muitas formas de elaborar um projecto TPM e de o implementar, pelo que, uma vez mais, se deve referir que a sequência que irá ser apresentada nos próximos pontos é um possível guia, que, se for alterado com base nos conhecimentos que a equipa de projecto tem da empresa, não implicará que o projecto deixe de ser considerado como estando integrado nos que utilizam a abordagem TPM [25] [34]

Fase 1 - Inicialização

1 - *Desenvolver a estratégia da implementação*

» Interactuando nesta fase com a Adimnistração, por forma a garantir o seu total empenho

» Tendo em consideração as necessidades relativas ao equipamento e à produção

» Entrando em linha de conta com a cultura actual da empresa e o ambiente fabril que existe nas áreas de produção e manutenção.

» Considerando os diferentes graus de conhecimento dos técnicos de manutenção e de produção

» Nunca esquecendo a inclusão do factor motivação dos funcionários

» Estabelecendo claramente e fundamentadamente as prioridades, pois não podemos esquecer que a empresa é composta por diferentes áreas, equipamentos e funcionários os quais têm diferentes necessidades, criticidades e diferentes motivações.

» Não esquecer que nesta fase é necessário um conhecimento profundo do funcionamento integrado da manutenção, sendo por vezes necessária a realização de um pré-diagnóstico da situação.

2 - *Conceber e implementar a organização TPM*

» A criação de uma estrutura organizacional correcta é uma condição para o êxito de um projecto TPM.

» Atender a que o Chefe do Projecto TPM é a figura chave em todo o processo e que tem de ser alguém com características especiais, em termos de conhecimento da produução e manutenção e em termos de capacidade de relacionamento, organização e liderança.

3 - *Criar a estratégia e a estrutura promocional do TPM*

» Garantindo a demonstração do empenho da Administração em todo o processo

» Publicitando aquilo que o TPM tem de melhor

4 - *Definição dos Objectivos*

» Impondo metas claras em termos de OEE, como por exemplo, OEE > 85 % ou aumento do OEE em 50 % relativamente ao actual.

» Outros objectivos que habitualmente são definidos:

. Melhorar o MTBF

. Cumprimento da Manutenção Preventiva

. Participação em actividades TPM superior a 80 %

. Melhorar a produtividade

. Reduzir a quantidade de defeitos

. Reduzir a incidência de avarias importantes

. Reduzir os tempos de *setup*

. Reduzir custos

. Aumentar a segurança

» Efectuar previsões dos resultados, com a definição de o quê, quanto e quando, relativamente a cada objectivo.

Fase 2 - Preparação

5 - *Medição e Análise da Performance*

» Com base num plano devidamente estruturado

6 - *Elaboração do Plano Director de Trabalhos*

» Considerando que se trata de um planeamento abrangente, ou seja, com uma visão da globalidade do projecto e com um conjunto de metas para atingir até ao final do projecto.

» Deverá contemplar as cinco actividades básicas:

- Melhorar a eficiência do equipamento através da eliminação das seis causas de falhas
- Garantir a qualidade
- Estabelecer um escalonamento completo de actividades com vista à concretização absoluta de uma manutenção planeada, onde são melhoradas as características de manutibilidade e sistemas de prevenção de manutenção, bem como um sistema completo de controlo das colocações em serviço
- Formação para aumentar a competência
- Implementação da manutenção autónoma

» Deve ser actualizável em função da evolução dos trabalhos

7 - *Lançamento da Instalação Piloto*

» Os equipamentos devem ser escolhidos com base em critérios que permitam garantir que estes representam uma parte significativa dos equipamentos mais importantes e que existirá a possibilidade de tirar conclusões, permitindo a extrapolação para a restante planta fabril.

» Formar os primeiros Grupos de Apoio à Resolução de Problemas, os quais irão ser das peças mais importantes que existem no funcionamento de todo o sistema.

» Ter em atenção que esta instalação "não pode falhar" uma vez que será a montra do TPM, o que implica a necessidade do maior empenho de toda a organização montada.

» Devem implementar-se medidas que permitam eliminar as causas de baixa eficiência

8 - *Desenvolver Planos de Expansão do TPM a toda a Planta Fabril*

» Recorrer a toda a experiência acumulada no decorrer da Instalação Piloto

» Rever o Plano Director

» Realizar um planeamento devidamente detalhado, e caso se justifique, independente por cada área.

Fase 3 - Desenvolvimento

9 - *Lançamento do Projecto Global*

» Garantindo que todos os funcionários estão devidamente informados e motivados

10 - *Eliminar as Causas mais Importantes de Baixa Eficiência*

» Definir o problema

» Efectuar uma análise física do problema

» Isolar cada condição que possa ter causado o problema

» Avaliar o equipamento, o material e os métodos

» Planear a investigação

» Investigar as falhas do equipamento

» Elaborar planos de melhoria

11 - *Desenvolver a Manutenção Preventiva e a Preparação da Manutenção*

» Recorrendo a Manutenção Sistemática, Condicionada, Preditiva ou Proactiva

» Dominando por completo a gestão de peças de reserva, de ferramentas, documentação técnica e toda a informação relativa ao equipamento, pessoal e intervenções

12 - *Reforço da Formação*

» Envolvendo a manutenção e a produção, por forma a aumentar as capacidades.

13 - *Implementar a Manutenção Autónoma*

» Passo 1 - O operador da máquina é responsável pela sua limpeza, reapertos e detecção de problemas

» Passo 2 - Tomar medidas para eliminar a origem dos problemas, como por exemplo fontes de pó, pontos de difícil limpeza.

» Passo 3 - Padrões de Limpeza e Lubrificação. Estes procedimentos padrão irão permitir diminuir os tempos gastos nessas tarefas.

» Passo 4 - Inspecção Geral. Os pequenos defeitos são detectados e corrigidos pelos operadores, com base numa instrução previamente escrita.

» Passo 5 - Inspecção Autónoma. Os operadores desenvolvem e utilizam folhas de verificação para as inspecções.

» Passo 6 - Organização e Arrumação. Sistematização do controlo da manutenção através da definição de instruções e normas de realização das operações de manutenção autónoma.

» Passo 7 - Manutenção Autónoma Total. Os registos de manutenção são concebidos, efectuados e os respectivos indicadores avaliados, bem como são definidas e implementadas as correspondentes acções correctivas pelos próprios operadores. Este passo é de difícil implementação, pelo menos com a actual qualidade dos operadores dos equipamentos que é vulgar existir.

14 - *Desenvolver o Programa de Gestão de Novos Equipamentos*

» Melhorar a manutibilidade

» Melhorar a fiabilidade

» Uniformizar o equipamento

» Minimizar o tempo de colocação em serviço e o tempo de aprendizagem dos técnicos de manutenção e operadores de produção.

» Participar no desenvolvimento do equipamento por forma a minimizar o Custo do Ciclo de Vida (LCC- Life Cycle Cost)

Fase 4 - Estabilização

15 - *Implementação Total*

» Optimização do TPM, através do controlo, análise e correcção de todas as situações que apresentam possibilidades de melhoria.

» Consolidação da avaliação contínua do desempenho de todo o sistema, nomeadamente de todos os equipamentos.

A tendência actual do mundo da manutenção é para a adopção do TPM como a melhor forma de se melhorar a eficiência dos equipamentos. Esta aposta no TPM deverá ter como consequência, num futuro não muito distante, uma redução do número de técnicos de manutenção, mas um necessário aumento do nível de conhecimentos destes, e uma transferência, embora gradual e dependente da evolução dos seus conhecimentos técnicos, das tarefas de manutenção para os operadores.

Há alguns anos atrás previa-se que, em virtude do desenvolvimento da robótica e de toda a automação industrial, de um modo geral, o número de operadores tendia a ser praticamente nulo, existindo uma relação inversamente proporcional entre o número de operadores e o número de técnicos de manutenção. Contudo esta teoria é apenas quase verdadeira, isto porque a tendência que se começa a desenhar é a que aponta no sentido de alguns dos técnicos de manutenção virem a ser integrados na produção, desempenhando funções relativas à produção e à manutenção em simultâneo. Esta tendência já está a ser adoptada pela maioria das empresas que são criadas de raíz.

2.10 - RCM

2.10.1 - Introdução

A competição obriga todas as empresas à implementação de uma evolução dos meios produtivos, por forma que estes permitam a criação de uma vantagem competitiva, através da diferenciação dos seus produtos.

A evolução tecnológica dos equipamentos produtivos, que passou a ser mais rápida a partir do momento em que apareceu a automação industrial, tem obrigado, a partir dos anos 80, a estudar, com uma grande profundidade todos os equipamentos, principalmente aqueles que são mais críticos no que respeita ao processo, ou no que respeita à segurança. Estes estudos têm vindo a revelar que, devido à elevada diversidade de componentes, os equipamentos não apresentam o mesmo comportamento, em termos da probabilidade de de avaria, pelo que a tradicional "curva da banheira" já não se pode considerar como representativa da totalidade dos equipamentos.

Estas alterações têm vindo a obrigar os técnicos de manutenção a conceber novas técnicas e procedimentos que permitam garantir a maior disponibilidade possível para os equipamentos.

A gestão de qualquer bem apresenta dois elementos principais que são a necessidade de o manter e a necessidade de o modificar.

A manutenção assegura que qualquer bem continua a cumprir as suas funções.

O RCM (Reliability-centered Maintenance) é um processo utilizado para a determinação dos requisitos de manutenção de qualquer bem no seu contexto operacional. Dito de uma outra forma podemos afirmar que o RCM é um processo utilizado para determinar *o que* deve ser feito para assegurar que um determinado bem continua a cumprir as suas funções no presente contexto operacional.

2.10.2 - Metodologia

O primeiro passo para a implementação do RCM é a definição dos equipamentos sobre os quais irá ser realizado o estudo aprofundado.

A aplicação do RCM implica a resposta a sete questões básicas, que são apresentadas seguidamente [28]:

1 → *Quais são as funções e os padrões de desempenho do bem inserido no presente contexto operacional. ?*

O ponto de partida do RCM é a definição integral das funções de cada bem. Para além disto é dada relevância à quantificação dos padrões de desempenho do bem. Estes padrões integram a produção, a qualidade do produto, o serviço ao cliente, emissões para o ambiente, custos operativos e segurança.

Esta fase pode demorar cerca de um terço do tempo de todo o projecto.

2 → *De que formas é que o bem falha no cumprimento das suas funções ?*

Através desta questão ficam identificadas as **falhas funcionais**.

3 → *Qual é a causa de cada falha funcional ?*

Cada falha funcional é causada pelo respectivo **modo de falha**. Neste passo deverá ser realizado um esforço para detalhar razoavelmente a causa de cada falha, por forma que posteriormente seja gasto tempo naquilo que realmente interessa, ou seja na causa efectiva e não em qualquer consequência intermédia.

4 → *O que é que acontece quando ocorre cada falha ?*

Os **efeitos de falha** correspondem áquilo que aconteceria se o modo de falha ocorresse.

Estão incluidos:

- Paragens
- Efeitos na qualidade do produto
- Evidencias que a falha ocorreu
- Acção correctiva provável
- Ameaças à segurança ou ao ambiente

Este passo permite decidir qual é a importância de cada falha, pelo que torna possível decidir qual é o tipo de manutenção que se deverá implementar para prevenir a sua ocorrência.

5 → *Qual é a importância de cada falha ?*

Se um falha tiver graves consequências então iremos empenhar-nos a fundo, definindo várias acções preventivas, por forma a evitar a sua ocorrência. Se a falha tiver um efeito desprezável então poderemos optar por não tomar qualquer medida, para além de garantir a limpeza e a lubrificação do bem.

Grupos de Classificação de Consequências:

- Consequências de falhas ocultas - Estas falhas não têm impacto directo, embora possam causar problemas gravíssimos. Esta metodologia permite reconhecer falhas ocultas, atribuir-lhes uma elevada prioridade e eliminá-las através de uma abordagem prática e coerente.
- Consequências para a Segurança e Meio Ambiente - Se uma pessoa se magoar ou até mesmo morrer devido a uma falha então esta tem consequências de segurança, mas se, por outro lado, for uma falha que danifique o meio ambiente então tem consequências sobre este.
- Consequências operacionais - É considerada uma falha como estando incluida no grupo das que têm consequências operacionais, se afectar a produção, a qualidade do produto, os custos dos serviços ao cliente ou de operação para além do custo directo de reparação.
- Consequências Não Operacionais - São as falhas evidentes que apenas têm consequências sobre os custos directos de reparação, nada tendo que ver com produção, segurança ou meio ambiente.

6 → *O que é que pode ser efectuado para prevenir a ocorrência de cada falha ?*

Existem algumas pessoas que, por ignorância ou por falta de reflexão estão convencidas que a única forma de melhorar a disponibilidade de um equipamento é através da implementação de manutenção preventiva sistemática. A crescente diversidade de equipamentos, que implica a existência de diferentes evoluções da taxa de avarias ao longo da vida útil do equipamento, acrescida do aumento dos conhecimentos da manutenção, que permitem a realização de estudos cada vez mais profundos e completos, acabam por permitir a escolha do tipo de manutenção preventiva que melhor se adequa ao equipamento tomando em linha de conta a sua utilização.

O RCM reconhece três tipos de manutenção preventiva:

- Tarefas planeadas de controlo de condição - Este tipo engloba a Manutenção Condicionada e Preditiva.
- Tarefas planeadas de renovação - O componente é renovado, independentemente do estado em que se encontra.
- Tarefas de substituição planeadas - Os componentes são substituidos , com intervalos de tempo fixos, independentemente do seu estado actual.

7 → *Quais as medidas a tomar se não for possível definir uma tarefa de manutenção preventiva ?*

Dependendo das consequências da falha, selecciona-se a acção que melhor se adapte à resolução do problema.

Desta forma podemos resumidamente definir a selecção da seguinte forma:

- Se tivermos de prevenir a ocorrência de uma falha de um sistema que desempenha uma função escondida, como por exemplo um detector de segurança que não se vê, de tal modo que a sua

avaria não é evidente para o operador da máquina, estão devemos implementar uma tarefa de procura de avaria periódica nesse componente.

- No caso de termos uma falha que possa ter consequências ambientais e/ou de segurança, então o sistema deverá ser sujeito a um novo projecto, ou o processo tem de ser mudado.
- Se tivermos apenas consequências operacionais, então, se não houver justificação para a implementação de manutenção preventiva, em termos de custos, a decisão deverá passar por não implementar esse tipo de manutenção. Fazer então apenas uma manutenção correctiva, ou seja, quando avariar irá ser reparado.
- Por último, se tivermos uma falha sem consequencias para a produção e não se justificar em termos de custos uma manutenção preventiva então deverá ser tomada a decisão de apenas realizar manutenção correctiva, ou, no caso da reparação ser muito cara então deveremos recorrer a um novo projecto.

A definição e a revisão daquilo que já está em funcionamento em termos da manutenção necessária para um equipamento é, nesta técnica, realizada por pequenas equipas, cuja constituição deverá ser, por exemplo, a seguinte:

- Supervisor da operação
- Operador
- Especialista externo, de preferência que tenha competência em manutenção e processo
- Técnico de manutenção
- Supervisor de manutenção
- Consultor especializado em RCM, o qual pode ser interno ou externo.

O método é implementado com base em duas folhas de registo diferentes, correspondendo uma delas, que deve ser a primeira a ser preenchida, a Folha de Informação a qual é composta por:

- Cabeçalho com a identificação do equipamento, do componente da data e do número da página.
- Coluna da Função - Nesta coluna é identificada através de um número e é feita uma descrição da função.
- Falha Funcional - Nesta coluna é identificada através de uma letra e é feita a descrição da falha funcional.
- Modo de Falha - Nesta coluna é identificado através de um número e é feita a descrição do modo de falha.
- Efeito da Falha - Nesta coluna é identificado através de um número e é feita a descrição do efeito da falha.

Na Folha de Decisão são resumidas algumas informações e classificações, para além das decisões sobre a manutenção a implementar:

- Cabeçalho com a identificação do equipamento, do componente da data e do número da página.
- Referência de Informação - Coluna F - Coloca-se o número da função, conforme o definido na Folha de Informação
- Referência de Informação - Coluna FF - Coloca-se a letra da falha funcional, conforme o definido na Folha de Informação.
- Referência de Informação - Coluna FM - Coloca-se o número do modo de falha, conforme o definido na Folha de Informação.
- Avaliação de Consequências - Coluna H - A falha é escondida ? Responde-se sim 's' ou não 'n'
- Avaliação de Consequências - Coluna S - Consequências de segurança ? Responde-se sim 's' ou não 'n'

- Avaliação de Consequências - Coluna E - Consequências ambientais ? Responde-se sim 's' ou não 'n'
- Avaliação de Consequências - Coluna O - Consequências operacionais ? Responde-se sim 's' Sem consequências operacionais ? Responde-se não 'n'
- Coluna H1/S1/O1/N1 - É tecnicamente possível definir uma tarefa que permita detectar se uma falha está a ocorrer ou irá ocorrer ? Responde-se sim 's' ou não 'n'
- Coluna H2/S2/O2/N2 - É tecnicamente possível definir uma tarefa planeada de melhoramento para permitir a redução da taxa de avarias ? Responde-se sim 's' ou não 'n'
- Coluna H3/S3/O3/N3 - É tecnicamente possível definir uma tarefa planeada de substituição para permitir a redução da taxa de avarias ? Responde-se sim 's' ou não 'n'

NOTA -» As perguntas seguintes H4, H5 e S4 só são colocadas se as três últimas tiverem respostas negativas.

- Coluna H4 - É tecnicamente possível e vale a pena definir uma tarefa de pesquisa de avaria ? Responde-se sim 's' ou não 'n'
- Coluna H5 - A falha múltipla pode ter consequências em termos de segurança e/ou ambientais ? Responde-se sim 's' ou não 'n' (Só se coloca esta questão se a resposta a H4 for negativa)
- Coluna S4 - É tecnicamente possível e vale a pena definir uma tarefa de pesquisa de avaria ? Responde-se sim 's' ou não 'n'.
- Coluna da Tarefa Proposta - As tarefas seleccionadas são registadas neste campo da folha. Deve ser dada atenção à forma como se descreve a tarefa por forma que seja possível fácil e rapidamente ler e entender o que se pretende.
- Coluna de Intervalo Inicial - Neste campo é registada a periodicidade com que deverá ser executada a tarefa, numa definição inicial, uma vez que esta frequência acaba por ser um valor dinâmico, ou seja, deverá ser alterado ao longo do tempo em função de uma série de critérios, relacionados com a evolução das condições e do comportamento do equipamento.
- Coluna Quem Executa - Neste campo é definido quem deve executar cada tarefa

Depois de estarem devidamente preenchidas as folhas de informação relativas a um equipamento existe a necessidade de se efectuar um trabalho de prparação das intervenções , o qual é baseado nas informações das folhas mas que permite individualizar por frequência e por executante as diferentes intervenções previstas. Nesta preparação devemos ter a definição clara dos seguintes pontos:

- Descrição e identificação do equipamento
- Quem deve executar a tarefa
- Periodicidade da tarefa
- Tempo estimado para a execução da tarefa
- Definição da necessidade de paragem do equipamento
- Ferramentas especiais e peças necessárias

Da Folha de Informações é ainda possível extrair uma série de sugestões de modificações, as quais serão alvo de um tratamenteo próprio uma vez que envolvem habitualmente uma abordagem muito especial que passa pelo estudo de viabilidade técnico/económica de qualquer solução proposta.

Definir o que se deve fazer e quando se deve fazer não é suficiente, torna-se necessário, obviamente efectuar o necessário controlo, pelo que deve ser definida também uma metodologia de controlo.

Todas as decisões que são tomadas na metodologia RCM são baseadas nas funções de máquinas e respectivos componentes, o que acaba por permitir uma optimização, baseada na realidade em termos de construção e de utilização que distinguem o RCM das restantes técnicas.

2.10.3 - Benefícios

O RCM permite habitualmente às empresas melhorar o seu desempenho em vários pontos sendo os mais significativos apresentados nos pontos que se seguem [28]:

1 ≻ Melhoramento da Integridade do Ambiente e da Segurança

2 ≻ Melhoramento do Desempenho da Operação do Equipamento

3 ≻ Optimização dos Custos de Manutenção

4 ≻ Prolongamento da Vida Útil de Equipamentos Valiosos e Importantes

5 ≻ Maior Motivação Individual

6 ≻ Maior Conhecimento do Equipamento e da Sua Interligação com a Operação e o Processo

Um trabalho deste tipo, realizado sob a perespectiva da Manutenção deverá ser complementado por um trabalho ligado à área de Processo por forma que a interligação que é referida no ponto 6 seja plenamente atingida. A técnica que é utilizada e aconselhada, a qual segue uma metodologia semelhante é o AMFE - Análise dos Modos de Falha e Seus Efeitos, de Processo, a qual também se baseia na definição e classificação de Modos de Falha e dos seus Efeitos Potenciais relativamente a cada Processo, sendo também definidas as Causas Potencias da Falha, os Controlos Actuais e, em função do valor calculado com base na classificação atribuida, são definidas Medidas Recomendadas, sendo posteriormente feita uma selecção para implementação, dessas medidas. As Medidas Adoptadas são controladas através do controlo da implementação em termos de prazo de excução e o resultado obtido é avaliado através do novo cálculo do índice resultante da nova classificação, em termos de Gravidade, Criticidade de Detecção.

Existem três tipos básicos de AMFE:

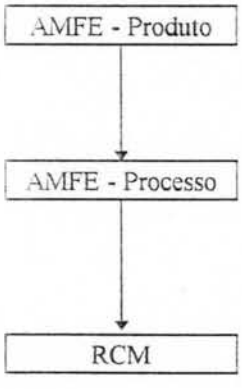
≻ AMFE de Produto

≻ AMFE de Processo

≻ AMFE de Meios

O último destes três tipo permite uma abordagem aproximada da que é definida no RCM, embora esta última metodologia seja claramente mais dirigida à Manutenção Avançada no sentido de permitir uma análise muito mais completa dos aspectos relacionados com os equipamentos. Todas as metodologias se baseiam na analise critica preventiva, através do trabalho em pequenos grupos ou equipas, por forma a evitar o aparecimento de falhas, permitindo desse modo satisfazer plenamente e mesmo ultrapassar as necessidades e as expectativas dos clientes.

A abordagem que deverá ser a ideal e que permitirá obter muito bons resultados ao nível da implementação do RCM deverá incluir um processo relativamente longo, no qual terá de estar empenhada toda a empresa e que tem de seguir os seguintes passos:



Deve integrar elementos da Investigação e Desenvolvimento e da Produção/Processo em termos permanentes e outros em termos temporários, durante os períodos necessários.

Deve integrar elementos da Produção/Processo e da Manutenção em termos permanentes e outros em termos temporários, durante os períodos necessários.

Deve integrar elementos da Manutenção e da Produção/Processo em termos permanentes e outros em termos temporários, durante os períodos necessários.

Em qualquer um dos passos anteriormente definidos podemos ter a intervenção de consultores externos à empresa e que são habitualmente pessoas que na primeira fase da implementação, dada a sua experiência em implementações semelhantes, são fundamentais.

A abordagem integrada e sequencial acaba por ser praticamente obrigatória quando se afirma que as Causas Potenciais de Falha de um dos AMFE são aproveitados para os Efeitos Potenciais de Falha do imediatamente a seguir na sequência apresentada.

Todas estas metodologias são de complexa implementação actualmente principalmente porque exigem uma grande disponibilidade de tempo de todos os recursos humanos envolvidos, o que devido à redução no número de recursos humanos a que todas as empresas têm sido obrigadas, tem sido bastante complicado. Convirá referir que para tornar possível retirar os máximos dividendos dos investimentos, em termos de tempo, realizados. Não pode ser esquecida a obrigatoriedade de ter as pessoas certas no momento certo em cada equipa para a implementação de um projecto deste tipo, o que exigirá um enorme esforço de planeamento e de domínio da situação da empresa, o que é habitualmente simples em empresas que estão a nascer mas que se pode tornar muito complexo para uma empresa com uma longa existência.

Qualquer uma das metodologias elabora documentos "vivos", isto é, que nunca são dados como definitivos, pelo que o tratamento de toda esta informação obriga ao recurso a meios informáticos, de tal modo que todas as tarefas definidas são facilitadas, desde a elaboração até à manutenção, passando pelo seu controlo.

3 - DESCRIÇÃO FUNCIONAL DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

3.1 - Introdução

A Manutenção é uma função, conforme foi já referido em pontos anteriores, que é produtiva. Contudo é uma função que não possui, habitualmente, equipamento produtivo, pelo que a sua produtividade está intimamente ligada à disponibilidade que garante para esse equipamento produtivo, o qual pertence geralmente a uma outra função chamada produção.

A Manutenção tem como base o triângulo formado pelos bens num vértice, pelos recursos humanos no segundo vértice e finalmente pelas intervenções no terceiro vértice. Os bens, que são habitualmente os equipamentos produtivos, são forçosamente o alvo de todas as atenções na primeira fase de qualquer implementação de um sistema de manutenção organizado. Após termos todo um conjunto de informações importantes sobre vários aspectos dos bens existentes, devemos centrar toda a nossa atenção quer nos recursos humanos quer nas intervenções que os recursos humanos têm de efectuar sobre os bens, utilizando ferramentas e documentos técnicos.

A organização elementar apresentada permite a qualquer empresa que a tenha implementada afirmar que possui manutenção, mas pouco mais. Isto quer dizer que a base existe mas não existe uma organização e uma gestão capazes de optimizar todos os trabalhos realizados pelos diferentes técnicos de manutenção.

Dadas as constantes evoluções ao nível quer dos bens, no que respeita à tecnológia, quer da gestão, as quais são obrigatórias para as empresas serem competitivas, a função Manutenção tem de evoluir por forma que possa ser considerada como um factor de competitividade, sob a forma de garantia de disponibilidade e garantia de qualidade a um baixo custo, garantindo que, no que depende de si, a empresa é capaz de vencer os concorrentes.

O tratamento sistemático desta função exige uma modelação do sistema de manutenção. O Modelo de Manutenção a estabelecer, no quadro apresentado, tem de permitir a melhoria contínua da Manutenção, necessitando para tal de ser flexível, não devendo nunca ser considerado como um factor de limitação da evolução.

3.2 - Entidades e Suas Relações

3.2.1 - A Manutenção e as Relações Intra-empresariais

A abordagem que se pretende efectuar, no que respeita ao Sistema de Manutenção, recorre à integração da Função Manutenção no Universo que é a Empresa. Existe habitualmente uma tendência para extremar posições, o que leva a que, independentemente do que é melhor para a empresa, umas vezes a manutenção assume-se como uma ilha autónoma em termos de decisão, outras vezes a manutenção é integrada na produção para dar maior segurança aos gestores de produção, os quais têm por "objectivo" serem independentes de outros Departamentos.

A Manutenção não pode ser uma ilha dentro da empresa nem pode ser integrada na produção de tal forma que seja prejudicada a sua capacidade de trabalho.

Uma manutenção tradicional relaciona-se com todos os departamentos da empresa prestando-lhes serviços e recebendo os serviços prestados pelos mesmos. As funções que mais directamente estão relacionadas com a manutenção, referem-se funções pois estas podem ou não ser da responsabilidade de um departamento dependendo da dimensão e da organização da empresa, é a Produção como principal cliente, são as Compras como principal fornecedor, é a Administração ou a Gestão de topo como entidade que define os objectivos a médio e longo prazo e que controla a implementação das estratégias e políticas delineadas, são os Recursos Humanos que gerem todos os assuntos relacionados com o pessoal, é a Contabilidade que desempenha um papel fulcral na determinação dos custos de manutenção com base nos dados que são fornecidos pela manutenção e é a Qualidade que se assume como a entidade auditora, verificadora o sistemas de controlo metrológico dos instrumentos de medição e aquela que é a responsável por todas as actividades relacionadas com a normalização.

Na figura 3.2.1/1 está representado um diagrama que, de um modo simplificado, pretende mostrar o relacionamento entre as diferentes funções e a manutenção dentro da empresa.

Acima de qualquer esquema organizacional está o ponto fulcral de qualquer organização que é o relacionamento entre os seus Recursos Humanos. Só com um real trabalho em equipa é que uma empresa pode sobreviver, uma vez que, tendo a Manutenção como principal tarefa assegurar a disponibilidade do equipamento e o cumprimento da sua função, a Produção/Processo, por seu lado executa a tarefa de produzir a quantidade encomendada assegurando a qualidade que corresponda à satisfação das necessidades do cliente, no prazo estipulado. Facilmente se compreende que, de certa forma o trabalho da Produção está intimamente ligado ao trabalho da Manutenção, exigindo uma cooperação diária e absoluta entre estas duas funções. Como é lógico este trabalho de equipa é obrigatoriamente exigido entre a Manutenção e todas as restantes funções da empresa.

3.2.2 - A Manutenção e as Relações com o Exterior

A Manutenção, dependendo da organização da empresa, tem de manter um relacionamento com o exterior em várias áreas de actividade. O relacionamento é essencialmente técnico, na grande maioria dos casos, uma vez que as questões comerciais são tratadas pela função Compras. Isto não quer dizer que a função Manutenção não entre em detalhes comerciais uma vez que estes são essenciais quando se consideram as questões relacionadas com a Gestão da Manutenção, a qual será abordada mais tarde. Na figura 3.2.2/1 é apresentado um diagrama representativo, simplificadamente, das Relações da Manutenção com o Exterior da Empresa.

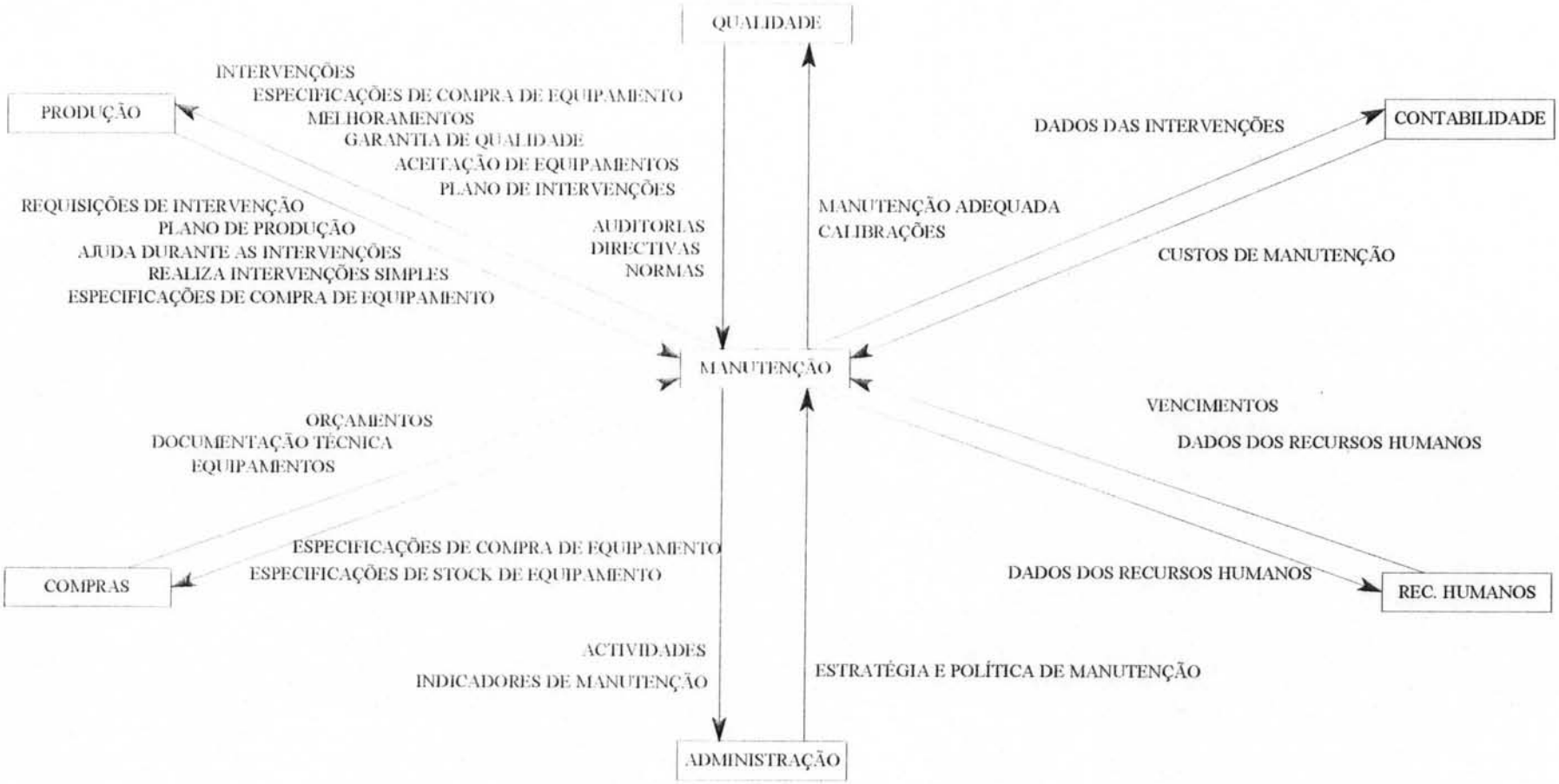


Figura 3.2.1/1 - Relações entre a Manutenção e as restantes principais Funções dentro da Empresa.

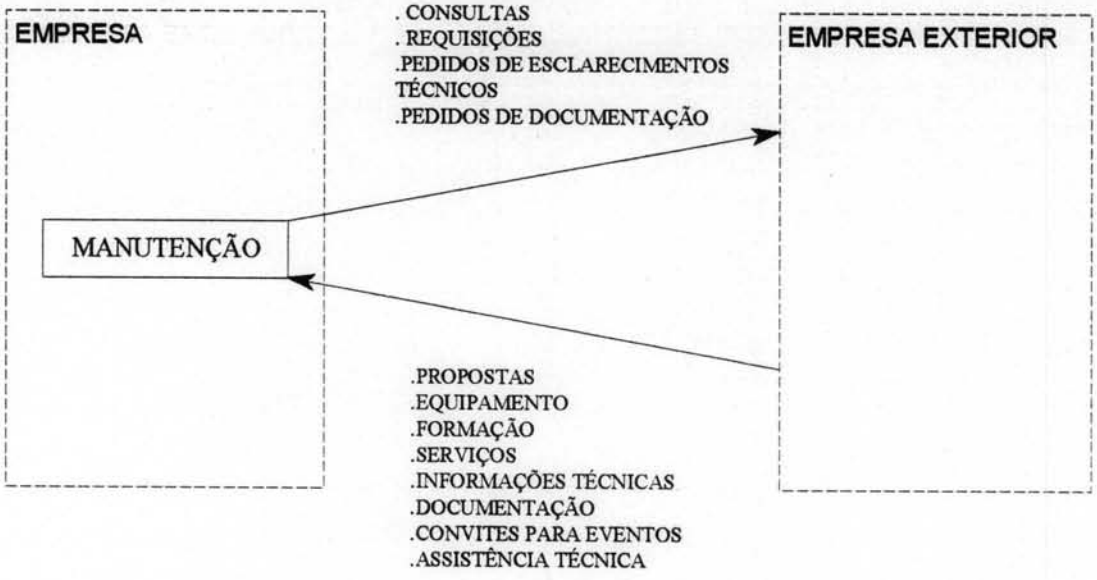


Figura 3.2.2/1 - Relações da Manutenção com o Exterior

Para realizar as tarefas de manutenção da forma mais correcta é fundamental que exista na Manutenção um conjunto de catálogos de componentes que permitam pesquisar características de componentes mais antigos e também de componentes mais recentes. A existência de documentação técnica actualizada é uma necessidade que não pode ser dispensada por qualquer manutenção, embora se torne bastante dificil "obrigar" os fornecedores, ou potenciais fornecedores, a enviarem a nova documentação sempre que haja uma nova edição, ou o aparecimento de novos produtos. A acresecentar a este facto, tendo em atenção que os fornecedores dos equipamentos produtivos também estão englobados nas empresas exteriores, é necessário, em determinadas situações, recorrer aos conhecimentos técnicos profundos sobre as máquinas, que esses fornecedores detêm, pelo que lhes são enviados pedidos de esclarecimentos técnicos.

As consultas ao mercado e as posteriores requisições para aquisição de materiais e/ou serviços são uma parte integrante, e porventura significativa do grau de desenvolvimento e dos conhecimentos técnicos da manutenção, da actividade da manutenção industrial.

Por sua vez, estas empresas, fornecem habitualmente informações técnicas que são solicitadas, bem como propostas de formação. O envio da documentação técnica é, como já acima foi referido, uma actividade fundamental sendo o modo como a empresa é tratada a este respeito, um factor importante na avaliação que se faz do fornecedor. O envio de convites para a participação dos técnicos da manutenção na realização de eventos, quer como assistentes quer como oradores, por exemplo, é uma prática comum, sendo a participação da Manutenção de fulcral importância para que se mantenha a par de todos os desenvolvimentos tecnológicos actuais e futuros. As empresas recebem as propostas de fornecimento de materiais e/ou serviços, conforme o solicitado, e em caso de adjudicação recebem inclusivamente os próprios materiais e/ou serviços requisitados. A maior parte das empresas não possui um conjunto de formadores e de equipamentos para formação que lhe permita não contratar acções de formação ao exterior, sendo o sucesso destas acções um factor determinante para o sucesso da função manutenção. Como última das principais actividades que as empresas do exterior desenvolvem directamente com a Mautenção temos a prestação de assistência técnica, a qual é habitualmente a que mais vezes é executada.

Uma vez mais deve ser compreendido pela Manutenção, e por toda a organização da empresa em geral, que não adianta estar convencido que só é necessário saber aquilo com que todos os dias temos de lidar pois dessa forma nunca haveria evolução tecnológica. Torna-se necessário estabelecer laços fortes com os fornecedores, ou potenciais fornecedores, no sentido de manter uma cooperação, baseada na mesma forma do trabalho em equipa, que permita à empresa melhorar constantemente, e gerir devidamente a mudança, a qual actualmente é permantente.

3.2.3 - A Manutenção e os Equipamentos

Numa organização seja ela qual for só existe manutenção se existirem equipamentos. Em termos tradicionais só é dispensada uma grande atenção aos equipamentos produtivos. Contudo , com a necessidade de controlar todos os custos surge a necessidade de considerar com algum cuidado todos os bens, incluindo não só os equipamentos produtivos, mas também todos os edifícios e equipamentos auxiliares. No que respeita aos edifícios pode referir-se um exemplo bastante típico que se relaciona com a manutenção de telhados, onde se inclui a manutenção de caleiros. É uma questão que é muitas das vezes negligenciada e que acaba por provocar sazonalmente, fundamentalmente no inverno, uma série de problemas que podem afectar toda a manutenção, atente-se no caso existir uma infiltração de água num quadro eléctrico, e consequentemente a produção e, em termos finais, toda a empresa.

Um alargamento do âmbito de aplicação de um sistema de manutenção controlado levanta vários problemas, sendo os mais importantes:

1 - Como definir os critérios a que deve estar sujeito o processo de decomposição e a definição das intervenções a efectuar ?

2 - Como colocar em serviço um sistema de recolha de dados rigoroso ?

3 - Como garantir que o sistema é, sob o ponto de vista do custo de implementação e manutenção, viável ?

4 - Como se deverão gerir os recursos humanos existentes para conseguir implementar o sistema num intervalo de tempo razoável ?

Os pontos acima mencionados foram desde já referidos pois é fulcral que se consiga, logo a partir da primeira linha que se apresenta, reflectir sobre todos os detalhes da metodologia proposta.

A base de qualquer sistema de manutenção é o modelo virtual da empresa, que integra diferentes perspectivas e onde são "encaixados" todos os bens.

Antes de entrar em detalhes sobre os bens e seus componentes é importante considerar o fluxograma da figura 3.2.3/1 no qual está representado, simplificadamente, o ciclo de vida de qualquer bem ou componente.

Em termos básicos, e sob o ponto de vista abstracto, uma empresa tem por componentes, atentendo ao critério espacial, os edifícios os quais, por seu lado, são constituidos por pisos cujos componentes serão as salas, as quais, por vezes são ainda decomponíveis em áreas. Dentro destas áreas temos outros componentes tais como móveis e/ou máquinas, os quais por sua vez são ainda decomponíveis. Com esta sequência de decomposição pretende-se evidenciar que, de um modo geral, tudo o que existe é componente de uma outra entidade. Para se entender a figura 3.2.3/1 é importante considerar-se o que acima foi referido e também o diagrama que é apresentado na figura 3.2.3/2 onde são claramente apresentadas todas as Entradas e Saídas do e para o Exterior da empresa, tendo como destino e origem a manutenção. Na figura 3.2.3/1 apenas são consideradas as entradas de componentes comprados ou reparados no exterior e o seu conteúdo é generalista, não sendo rigorosamente a realidade de todos os tipos de bens e componentes.

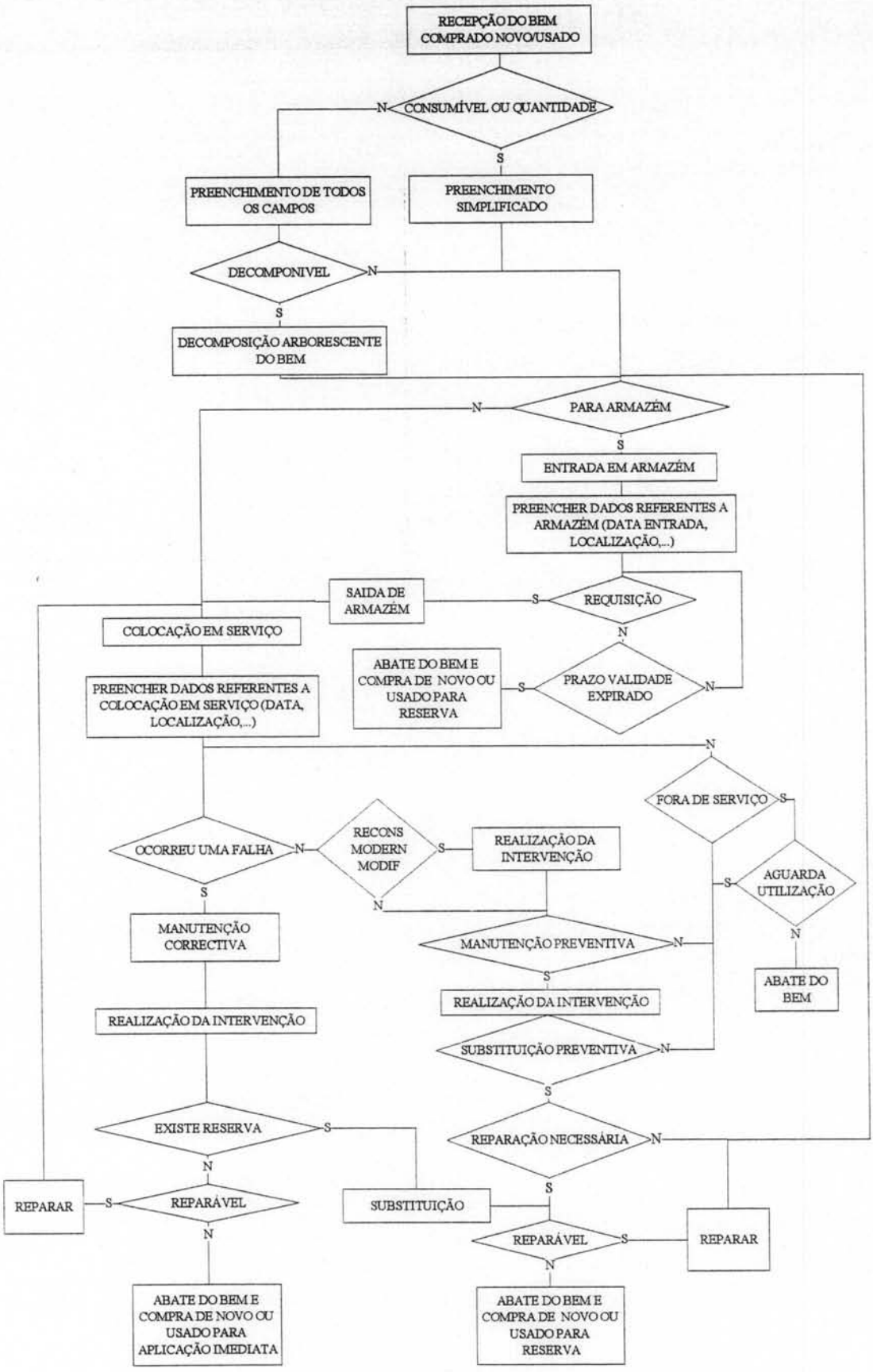


Figura 3.2.3/1 - Ciclo de Vida de Um Bem

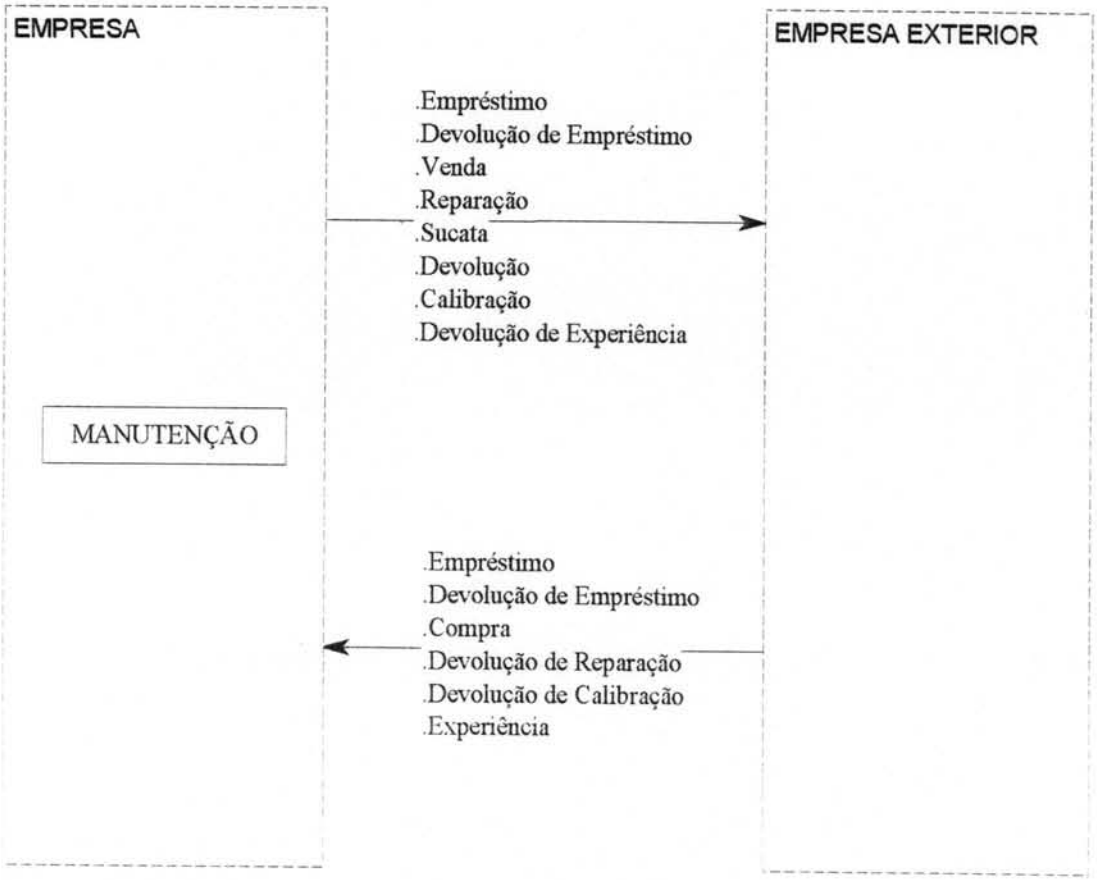


Figura 3.2.3/2 - Entradas e Saídas de Equipamentos do e para o Exterior

O Ciclo de Vida de um Bem levanta desde logo alguns problemas cuja solução se pretende encontrar através da Modelação da Manutenção, a saber:

1 - Existem vários tipos de bens ou componentes, os quais se podem distinguir por serem consumíveis, por não serem um individuo mas sim um conjunto de unidades que simplisticamente se apelidou de quantidade, por serem decomponíveis, por serem reparáveis, por serem reserva, para referir apenas alguns critérios.

2 - Existem particularidades que pertencem a um Bem esteja este onde estiver, sendo portanto independentes da utilização, mas existem outras que dependem da utilização desse Bem.

3 - Um Bem é sempre parte de uma qualquer entidade dentro da estrutura organizativa, ou constitucional.

4 - Os Bens decomponíveis são constituidos por outros Bens, os quais vulgarmente são apelidados de componentes.

5 - Desde o momento que um Bem entra no armazém passa a fazer parte do stock do tipo de Bem ao qual pertence.

6 - Existem Bens que após serem reparados dão entrada no armazém. Os custos destes Bens têm de ser tratados de forma especial.

Um dos mais importantes problemas que qualquer sistema de manutenção tem de resolver é a garantia de constituição de um histórico para os Bens. A perspectiva tem de ser, para os Bens que interessa reter as

informações, a de utilizar o mesmo principio pelo qual toda a medicina se rege, pois basicamente "a medicina é uma função manutenção em que o objecto não são as máquinas mas sim os seres humanos". Nesse sentido cada Bem tem de ser um indivíduo que possui um histórico de todos os eventos ocorridos durante a sua vida. Através da consulta dos registos históricos, bem como de outras informações, é possível definir manutenção preventiva, efectuar mais rapidamente manutenção correctiva, bem como gerir o equipamento.

O Bem, também já referido neste documento por equipamento, ou ainda por componente acaba por ser, juntamente com o Recurso Humano e a Intervenção, o núcleo de todo e qualquer sistema de manutenção. Na figura 3.2.3/3 está representado, sob a forma de diagrama, o conjunto de todas as informações que interessa ter disponíveis acerca de cada bem. Foi efectuado um agrupamento das informações em função de critérios lógicos, que estão intimamente relacionados com a vida de um bem, devendo, através do desenvolvimento exaustivo, o qual será efectuado ponto por ponto, clarificar definitivamente qualquer detalhe menos evidente.

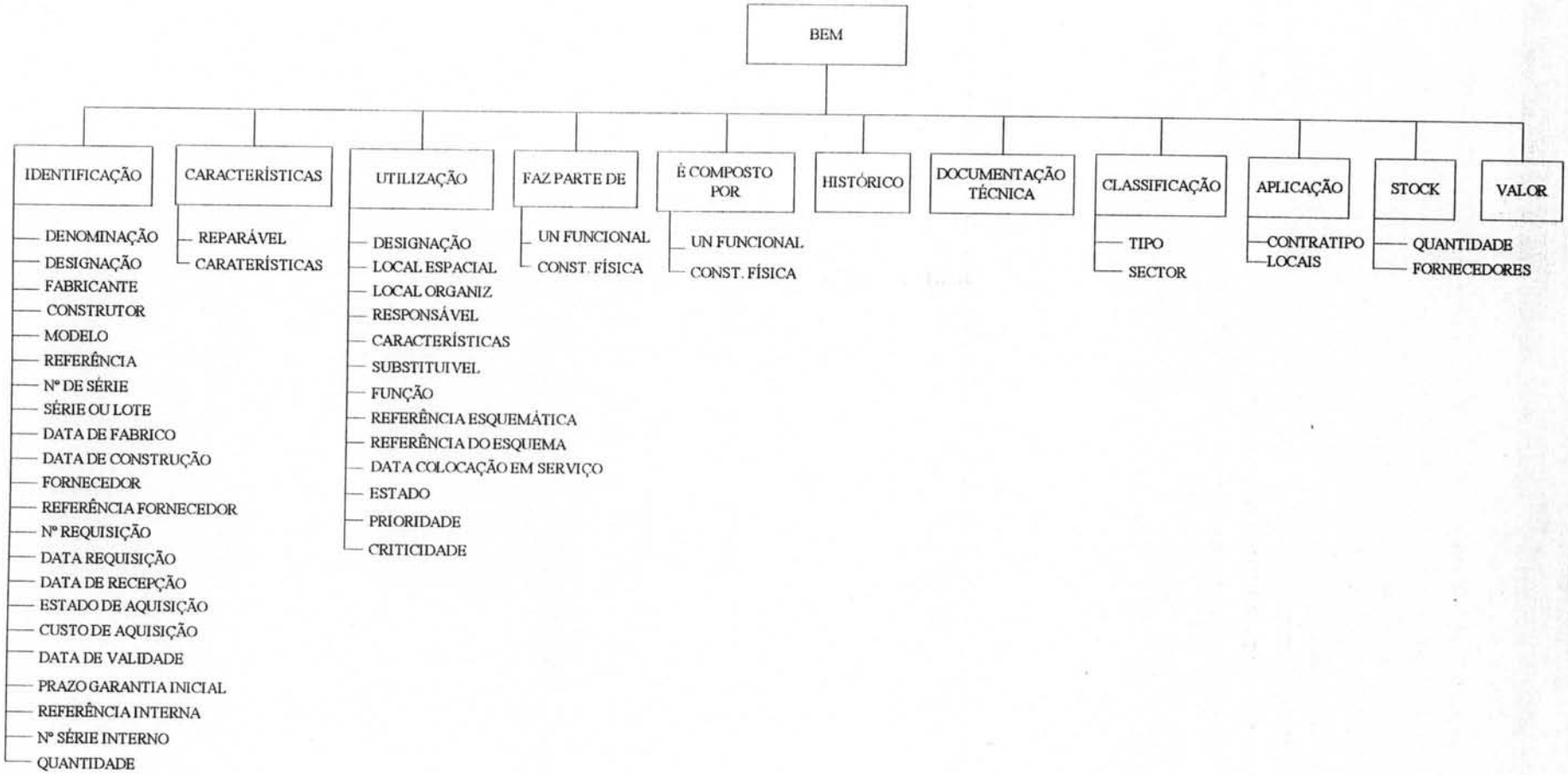


Figura 3.2.3/3 - Informações sobre Bens

1 »»»» **IDENTIFICAÇÃO** - À semelhança de qualquer ser humano, também os bens têm uma identificação, através da qual cada um é claramente diferenciado dos restantes. Neste grupo de informações sobre o bem estão incluidas apenas aquelas que marcam cada bem e que não são passíveis de sofrer qualquer alteração ao longo da vida do bem, isto logicamente apenas é verdade enquanto o bem estiver dentro da empresa (antes de ser vendido como usado, por exemplo). Este grupo de informações pode ser definido como sendo o Bilhete de Identidade do Bem, excluindo as características, o qual é sempre o mesmo independentemente da utilização e respectiva localização do bem.

1.1 - Denominação - Nome do Bem. A denominação deve ser definida antes do Bem ser introduzido no sistema de manutenção. Esta afirmação implica que existe a necessidade de criar um, ou adoptar um já existente, glossário de denominações de Bens, que inclui edifícios, equipamentos, máquinas, componentes e consumíveis. A denominação é completamente independente da utilização do Bem. Como exemplo podemos referir "Motor Eléctrico A. C.", que é a designação que se pode dar a um motor eléctrico de corrente alternada. Estão já a ser editadas normas de denominações, que fazem corresponder um determinado código numérico a uma dada designação. A denominação deverá ter um código interno, mas deve ter a possibilidade de ter um código externo, possibilitando que, quando os fornecedores de equipamento atribuem uma denominação a um componente, desde que seja fornecido o respectivo código de acordo com a norma, seja efectuada uma tradução automática.

1.2 - Designação - Nome completo do Bem. A designação inlui a denominação para além de determinados outros termos significativos para a identificação inequívoca do equipamento. São por vezes incluidos na designação o nome do fabricante, o modelo e a referência atribuida pelo fabricante e/ou fornecedor ao bem. A designação é habitualmente mais utilizada pelos armazéns uma vez que se afigura mais simples identificar um determinado artigo pela sua designação do que apenas pela sua denominação.

1.3 - Fabricante - Nome do fabricante. A designação do fabricante é definida com rigor, não sendo esquecido que existem cada vez mais bens cujo seu fabricante tem uma determinada designação mas os seus componentes foram todos fabricados por empresas externas. Para um fabricante só pode existir um nome, sendo necessário definir com clareza a sua designação. É um dado importantíssimo para pesquisas dos equipamentos instalados por fabricante, avaliação dos indicadores dos equipamentos por fabricante, entre outras utilizações.

1.4 - Construtor - Nome do construtor. A designação do construtor é definida com rigor. Este nome acaba por ser importante principalmente no que respeita a necessidades futuras em termos de intervenções de manutenção e também naquilo que respeita às necessidades relativas à avaliação de fornecedores e às candidaturas e análises de propostas de futuras aquisições.

1.5 - Modelo - Modelo do Bem, conforme o definido pelo fabricante. O modelo é fundamental pois permite a distinção de equipamentos por tipo, o qual neste caso é identificado pelo modelo. O modelo acaba por constituir um grupo de equipamentos que têm algo em comum, conforme o próprio fabricante definiu, de acordo com os seus critérios. Como exemplo pode referir-se o caso de um Bem com a designação - Automóvel, que pertence ao fabricante - Fiat, cujo modelo é - Punto. O detalhe será abordado nos pontos que se seguem.

1.6 - Referência - Referência do Bem, conforme o atribuido pelo fabricante. Esta referência identifica um conjunto de equipamentos que são semelhantes, em tudo mas que apenas são entidades diferentes. A diferença entre equipamentos com a mesma referência será efectuada através dos pontos seguintes. Através da referência, e também do fabricante, podemos comprar qualquer Bem. Por vezes aparece, nas

chapas de características, este dado identificado como Tipo. Este dado e o referente ao fabricante permitem ao técnico de manutenção pesquisar equipamentos ou componentes dentro da empresa, o que muitas vezes se reveste de carácter urgente, quando existe uma situação de máquina parada.

1.7 - Série ou Lote - Código da série de fabrico. Existem fabricantes de equipamentos que especificam códigos correspoondentes à série, por forma a identificar equipamentos que têm semelhanças entre si tais como as mesmas especificações de processo, o mesmo tipo matérias primas.

1.8 - Nº de Série - É o número que individualiza cada equipamento para cada fabricante. Cada equipamento tem um número de série, o qual é único dentro dos equipamentos de um determinado fabricante, sendo portanto, semelhante ao nº do Bilhete de Identidade de cada cidadão relativamente ao seu país.

1.9 - Data de Fabrico - Data de fabrico, fornecida pelo próprio fabricante. Habitualmente o fabricante fornece apenas o ano em que o equipamento foi fabricado. Quando se consideram os componentes de determinado equipamento, por vezes, o fabricante do equipamento não fornece a data de fabrico desses componentes, pelo que é assumida a data de fabrico do equipamento.

1.10 - Data de Construção - Data de construção, a qual pode ser fornecida pelo próprio construtor. Habitualmente apenas se regista o ano de construção.

1.11 - Fornecedor - Nome do fornecedor do equipamento. É fundamental guardar este dado pois através dele podem-se resolver avarias mais facilmente, isto no sentido que através deste podemos obter componentes para substituição ou esclarecimentos técnicos, para referir apenas duas das mais importantes utilizações deste dado. Os fornecedores estão habitualmente ligados a representações de fabricantes pelo que existe uma relação, como posteriormente se irá aprofundar, baseada em tipos de artigos. Por vezes o fornecedor é o próprio fabricante

1.12 - Referência Fornecedor - Referência atribuida pelo fornecedor ao equipamento. Esta referência pode ser a mesma do fabricante se o fornecedor for o próprio fabricante ou se o fornecedor utilizar a mesma referência do fabricante. Esta última possibilidade pode causar problemas se tivermos dois fabricante que utilizam a mesma referência.

1.13 - Nº da Requisição - Nº da requisição de compra. Este é o número da requisição que a manutenção entregou para compra do equipamento. Ou, no caso de um equipamento de produção, por exemplo, este número pode corresponder à requisição que a produção entregou para a aquisição do equipamento. Este dado permite garantir a rastreabilidade do processo de aquisição do bem.

1.14 - Data da requisição - Data da requisição que a manutenção entregou para compra do equipamento. Ou, se tiver sido comprado pelos clientes da manutenção, será o número dessa requisição.

1.15 - Data de Recepção do Equipamento - Data em que o equipamento foi entregue à manutenção. No caso de equipamentos de grandes dimensões, que são habitualmente fornecidos em vários veículos, regista-se a data de recepção do primeiro destes veículos.

1.16 - Estado de Aquisição - Estado em que o equipamento foi adquirido. Habitualmente existem apenas dois estados, sendo o mais comum o novo mas acontecem casos de aquisições de equipamentos usados.

1.17 - Custo de Aquisição - Custo de aquisição do equipamento. Este valor serve como referencial para futuras aquisições, para além de ser utilizado para cálculos de custos e de indicadores de manutenção.

1.18 - Data de Validade - Data de validade do artigo. Existem, por vezes, artigos cuja validade tem uma data limite, sendo essa data registada neste ponto.

1.19 - Prazo de Garantia Inicial - Prazo de garantia que o fornecedor e/ou o fabricante dão aquando do fornecimento de um equipamento, contra defeitos de fabrico. Este prazo começa a contar a partir da Data de Colocação em Serviço, ou seja, do início da sua utilização.

1.20 - Referência Interna - Código atribuido internamente para efeitos de armazenagem. Esta referência permite agrupar equipamentos semelhantes. Esta referência é semelhante, em termos da sua utilidade, à referência do fabricante, permitindo ainda interligar o equipamento à normal codificação do armazém interno.

1.21 - Nº de Série Interno - Número de série atribuido internamente. Quando um determinado equipamento, que interessa considerar individualmente, não possuir um nº de série atribuido pelo fabricante, é atribuido um nº de série interno que permite que aquele seja identificado individualmente sem margem para qualquer dúvida. Esta informação só interessa para equipamentos considerados rotáveis, ou seja, que interessa saber sempre onde estão dentro do sistema.

1.22 - Quantidade - Quantidade de unidades que constituem o Bem. Este ponto apenas é importante para determinados tipos de Bens que são conjuntos de outros Bens e que não existe qualquer vantagem, existindo habitualmente desvantagens, para além de enormes dificuldades, em considerar individualmente os Bens que estão dentro do conjunto. Como exemplo podemos referir que não interessa habitualmente, considerar os elos de um cadeado individualmente embora interesse considerar o número total de elos, o que permitirá efectuar análises do número de elos avariados por determinado período de tempo, por exemplo, com vista ao estabelecimento de um programa de Manutenção Preventiva.

2 »»»» **CARACTERÍSTICAS** - Todo e qualquer bem tem uma série de características que não dependem da sua utilização. Se, à semelhança do que anteriormente foi feito, for estabelecida uma analogia com os seres humanos, a ideia pode tornar-se bastante mais clara. A altura de um ser humano não depende da tarefa que está a executar, embora dependa da idade, o que não acontece no equipamento, também a cor dos seus olhos não depende da tarefa que está a executar. Estes são alguns exemplos de características de seres humanos. No caso de um automóvel, por exemplo, o comprimento, a largura, o número de velocidades, as relações da caixa de velocidades, o número máximo de passageiros, são características próprias do mesmo, não dependendo da sua utilização. Convém referir que, logicamente, é sempre possível modificar um automóvel, o que implicará a alteração das suas características. No caso de um manómetro uma característica é o seu alcance, ou a sua gama, o qual suponhamos que é de 0 a 16 bar, contudo apenas está a ser utilizado numa gama de 0 a 10 bar, pelo que a sua característica própria é diferente da sua característica de utilização, a qual posteriormente será analisada.

2.1 - Reparável - O Bem é ou não reparável. É fundamental saber se um determinado equipamento ou componente é ou não reparável principalmente pelo problema das peças de reserva. Se um equipamento não é reparável então, dependendo da sua importância e da sua taxa de avarias, quando esta é conhecida, pode ser necessário garantir um stock de reserva. Convém que também podemos ter a necessidade de constituir um stock de reserva de componentes reparáveis, o que dependerá da criticidade e da prioridade do equipamento onde está inserido. Para além disso o tipo de intervenção num equipamento não reparável, é claramente diferente da intervenção num equipamento reparável, visto que o técnico, em caso de avaria substitui sem tentar reparar. A evolução tecnológica tem implicado que, principalmente em termos electrónicos exista uma tendência para que as placas electrónicas sejam não reparáveis. Dois pontos estão na origem desta tendência, sendo o principal a complexidade das placas electrónicas, que possuem níveis de integração notáveis, recorrendo a SMD e a multicamadas, para além do facto de que, devido à construção em série, o custo de uma placa nova é inferior ao custo da sua reparação.

2.2 - Características - Características próprias do Bem e que não dependem da sua utilização. As caraterísticas de um determinado equipamento ou componente devem ser registadas pois só assim se torna extremamente simples arranjar um contratipo, ou reparar ou regular por forma que as suas performances sejam mantidas. As características de um Bem são registadas na sua Folha de

Características. Cada Folha de Características tem uma designação e pode ser utilizada por vários tipos de equipamentos. Através das características é possível efectuar-se análises de existências através de critérios relacionados com as próprias características, análises de indicadores de manutenção tendo em conta, de um modo selectivo, equipamentos com determinadas características. O conhecimento das características, em termos gerais, são uma condição para a realização de manutenção. Como exemplos de caraterísticas podemos referir a tensão de alimentação de um equipamento, o diâmetro de um rolo, a temperatura máxima de operação de um componente electrónico, a composição do material de que é constituido um depósito, a gama de valores indicados por um manómetro.

3 »»»» **UTILIZAÇÃO** - Até este ponto temos apenas referido dados que não dependem da utilização do Bem, existem porém vários dados importantíssimos para a manutenção que dependem do local onde estes se encontram, bem como da função que desempenham. Para que seja mais facilmente entendido o conceito é necessário estabelecer um paralelo com o que acontece com as garagens e os automóveis. Um automóvel tem a mesma matrícula independentemente do local onde estiver, estando desse modo devidamente identificado. Um equipamento é constituido, em termos virtuais, por lugares de componentes (garagens), tendo cada um destes lugares uma série de características de utilização próprias. Quando é montado o componente (automóvel) no respectivo lugar, este passa a integrar o equipamento. A identificação e as características do componente são sempre mantidas existindo, por outro lado, toda uma série de informação que lhe é transferida pelo lugar de componente e outra que o componente adquire fruto da sua utilização.

3.1 - Designação - Nome do Bem atendendo à sua utilização. A designação de utilização é uma segunda designação que permite, habitualmente, identificar o Bem de um modo diferente. Esta identificação, contrariamente à designação de Identificação é atribuida livremente por forma que seja designado pela forma como é habitualmente conhecido.

3.2 - Localização Espacial - Local espacial onde se encontra o Bem. O local onde o Bem se encontra deve ser claramente definido, por forma que seja facilmente encontrado em caso de necessidade. O Layout das máquinas existentes dentro de uma área de trabalho deve corresponder de uma forma clara e inequívoca a um modelo criado no sistema de manutenção, que em termos ideais deve existir informaticamente através da utilização do CAD. A Localização Espacial existe sempre independentemente de existir ou não organização.

3.3 - Localização Organizacional - Localização do Bem dentro da organização da empresa. É vulgar confundir-se este tipo de localização com o Espacial já focado. Existe conveniência em distinguir claramente estas duas noções uma vez que um equipamento pertencente a uma entidade organizacional, por exemplo uma secção, pode estar espacialmente fora do espaço vulgarmente destinado a essa entidade. Por outro lado, como o modelo que se apresentará é abrangente, existe toda a conveniência em permitir que as localizações espaciais sejam distintas dado que também se pretende incluir a Manutenção de Edifícios, para o que é mais fácil trabalhar com localizações espaciais do que organizacionais.

3.4 - Responsável - Identificação do responsável pelo Bem, em termos de utilização. É fundamental principalmente para equipamentos portáteis ou transportáveis.

3.5 - Características - Características de utilização do Bem. As características de utilização são, conforme foi já referido num ponto anterior, de fulcral importância para a manutenção do Bem. São utilizadas para o registo dessas características Folhas de Características que são, em grande parte dos casos iguais, às das características próprias do Bem. Existem porém muitas características que necessitam de uma definição completa das condições em que foi efectuada uma determinada medição,

através da qual se ficou a saber qual era o valor do consumo do enrolamento de campo de um Motor Eléctrico D. C., a título de exemplo.

3.6 - Substituível - O Bem é ou não substituível. É de toda a conveniência que a manutenção tenha uma noção clara de quais os Bens que, por serem únicos não permitem a sua substituição. Os Bens que não são substituíveis são considerados para a manutenção, de um modo geral, pois depende da sua utilização em termos de produção, como prioritários.

3.7 - Função - Função que determinado Bem desempenha. A função é uma informação importantíssima pois é através dela que é possível entender a utilização de um equipamento ou componente. Por exemplo um controlador industrial pode desempenhar a função de "controlo da temperatura da câmara nº 3" quando instalado na máquina A, mas se estiver instalado na máquina B então a sua função pode ser "controlo da pressão do reservatório", isto para ilustrar a explicação com um exemplo simples. É através da definição da função ou funções do bem que se pode efectuar a abordagem RCM.

3.8 - Referência Esquemática - Referência do equipamento ou do componente num esquema que é definido no ponto seguinte. A referência esquemática é uma das informações utilizadas no dia-a-dia pelos técnicos de manutenção, principalmente porque através dela é possível localizar-se espacialmente, esquematicamente e funcionalmente o equipamento. A referência esquemática não é do componente, propriamente dito, mas pertence à "garagem", passando o componente a poder ser localizado através desta, dentro de uma determinada máquina, a partir do momento que nela é instalado.

3.9 - Referência do Esquema - É a referência do esquema de onde foi retirada a referência esquemática.

3.10 - Data de Colocação em Serviço - Data de colocação em serviço do Bem. Esta data refere-se apenas à conclusão da colocação em serviço do equipamento ou componente, pela primeira vez após a sua aquisição novo ou usado. Esta data é habitualmente utilizada pelos fabricantes dos Bens para início da contagem do período de garantia.

3.11 - Estado - Estado em que o bem se encontra. É importante que esteja disponível a informação relativa ao estado em que o bem se encontra. Exemplos de possíveis estados são, em colocação em serviço, em teste, em serviço, fora de serviço, em desmontagem.

3.12 - Prioridade - Prioridade do bem. Os bens devem ter ums prioridade atribuida por forma a tornar "automáticas" as opções que têm de ser tomadas durante a fase de programação. A prioridade é habitualmente definida pelo cliente com a colaboração da manutenção. Sendo um parâmetro muito dependente da utilização, é habitualmente muito oscilante. A título de exemplo podemos referir que uma máquina que hoje é o gargalo da produção, devido aos produtos que estão a ser encomendados, o que implica que é uma máquina de máxima prioridade, pode passar a ser uma máquina de baixa prioridade dentro de algum tempo, quando o tipo de produção se alterar, por exemplo devido ao ciclo de vida do produto estar na sua fase terminal.

3.13 - Criticidade - Nível de criticidade do bem. A criticidade sobrepõe-se à prioridade. A criticidade está relacionada com a segurança, meio ambiente e com o facto do equipamento colocar ou não em causa o funcionamento de mais do que uma máquina. Como exemplo mais característico podemos referir a caldeira, que se assume como um bem crítico por dois motivos, ou seja, por habitualmente fazer parar uma empresa, se ela parar, e por ser um equipamento que exige muitos cuidados em termos de segurança.

4 »»»» **FAZ PARTE DE** - Todo o indivíduo pertence, ou faz parte de, qualquer outra entidade, seja ela o planeta terra, o seu país de origem, a cidade onde reside, ou do seu agregado familiar. Da mesma forma todo o Bem faz parte de uma qualquer outra entidade, dependendo do critério utilizado. Existem

através da qual se ficou a saber qual era o valor do consumo do enrolamento de campo de um Motor Eléctrico D. C., a título de exemplo.

3.6 - Substituível - O Bem é ou não substituível. É de toda a conveniência que a manutenção tenha uma noção clara de quais os Bens que, por serem únicos não permitem a sua substituição. Os Bens que não são substituíveis são considerados para a manutenção, de um modo geral, pois depende da sua utilização em termos de produção, como prioritários.

3.7 - Função - Função que determinado Bem desempenha. A função é uma informação importantíssima pois é através dela que é possível entender a utilização de um equipamento ou componente. Por exemplo um controlador industrial pode desempenhar a função de "controlo da temperatura da câmara nº 3" quando instalado na máquina A, mas se estiver instalado na máquina B então a sua função pode ser "controlo da pressão do reservatório", isto para ilustrar a explicação com um exemplo simples. É através da definição da função ou funções do bem que se pode efectuar a abordagem RCM.

3.8 - Referência Esquemática - Referência do equipamento ou do componente num esquema que é definido no ponto seguinte. A referência esquemática é uma das informações utilizadas no dia-a-dia pelos técnicos de manutenção, principalmente porque através dela é possível localizar-se espacialmente, esquematicamente e funcionalmente o equipamento. A referência esquemática não é do componente, propriamente dito, mas pertence à "garagem", passando o componente a poder ser localizado através desta, dentro de uma determinada máquina, a partir do momento que nela é instalado.

3.9 - Referência do Esquema - É a referência do esquema de onde foi retirada a referência esquemática.

3.10 - Data de Colocação em Serviço - Data de colocação em serviço do Bem. Esta data refere-se apenas à conclusão da colocação em serviço do equipamento ou componente, pela primeira vez após a sua aquisição novo ou usado. Esta data é habitualmente utilizada pelos fabricantes dos Bens para início da contagem do periodo de garantia.

3.11 - Estado - Estado em que o bem se encontra. É importante que esteja disponível a informação relativa ao estado em que o bem se encontra. Exemplos de possíveis estados são, em colocação em serviço, em teste, em serviço, fora de serviço, em desmontagem.

3.12 - Prioridade - Prioridade do bem. Os bens devem ter ums prioridade atribuida por forma a tornar "automáticas" as opções que têm de ser tomadas durante a fase de programação. A prioridade é habitualmente definida pelo cliente com a colaboração da manutenção. Sendo um parâmetro muito dependente da utilização, é habitualmente muito oscilante. A título de exemplo podemos referir que uma máquina que hoje é o gargalo da produção, devido aos produtos que estão a ser encomendados, o que implica que é uma máquina de máxima prioridade, pode passar a ser uma máquina de baixa prioridade dentro de algum tempo, quando o tipo de produção se alterar, por exemplo devido ao ciclo de vida do produto estar na sua fase terminal.

3.13 - Criticidade - Nível de criticidade do bem. A criticidade sobrepõe-se à prioridade. A criticidade está relacionada com a segurança, meio ambiente e com o facto do equipamento colocar ou não em causa o funcionamento de mais do que uma máquina. Como exemplo mais característico podemos referir a caldeira, que se assume como um bem crítico por dois motivos, ou seja, por habitualmente fazer parar uma empresa, se ela parar, e por ser um equipamento que exige muitos cuidados em termos de segurança.

4 »»»» **FAZ PARTE DE** - Todo o indivíduo pertence, ou faz parte de, qualquer outra entidade, seja ela o planeta terra, o seu país de origem, a cidade onde reside, ou do seu agregado familiar. Da mesma forma todo o Bem faz parte de uma qualquer outra entidade, dependendo do critério utilizado. Existem

diferentes critérios de análise da constituição de qualquer equipamento sendo os mais importantes a sua constituição física e a sua constituição funcional.

4.1 - Unidade Funcional - Identificação da Unidade Funcional na qual o Bem está integrado. A unidade funcional permite analisar as ligações e respectivas dependências funcionais de qualquer componente. A pesquisa de um qualquer componente dentro de uma máquina através das unidadeds funcionais torna-se, a maior parte das vezes, mais simples do que a pesquisa através da localização e da constituição física. Como exemplo pode citar-se o caso da unidade funcional (UF) com a designação "Sistema de Controlo de Temperatura da Câmara 1". Esta UF é constituida pelo Controlador, pelo Transdutor de Temperatura, pela Válvula Modelante com Comando Pneumático, pelo respectivo Transdutor Corrente/Pressão e por todos os cabos e terminais eléctricos de interligação, bem como, por todos os tubos de vapor e de ar comprimido. A UF está intimamente ligada à utilização, bem como logicamente, à sua função, pelo que é um dado que não é, ou melhor, pode não ser constante ao longo da vida útil de determinado equipamento ou componente. Neste caso estamos perante uma situação em que tudo depende da "garagem" onde o componente está integrado, ou seja a informação que está num dado momento neste ponto é passível de ser alterada, isto no caso do equipamento ou componente ser transferido.

4.2 - Constituição Física - Dependência do Bem ("filho") relativamente à decomposição arborescente do Bem ("pai") no que se refere à sua constituição física. A constituição física de um equipamento ou componente pode ser mudada ao longo do tempo pois qualquer destas entidades é passível de ser sujeita a intervenções de modificação. A constituição física de qualquer equipamento ou componente pode ser considerada de duas formas diferentes, utilizando a comparação anteriormente efectuada, através das "garagens" e/ou através dos "automóveis" que lá estão guardados. A constituição física é definida por elementos pertencentes à Manutenção utilizando critérios lógicos de decomposição, nunca esquecendo a decomposição efectuada pelo próprio fabricante do Bem, que permitam, recorrendo à tabela de designações, de um modo rigoroso, estabelecer a complexa rede de ligações entre todos os componentes. É fundamental que na decomposição sejam considerados apenas os níveis necessários. Um sistema de informação de manutenção auxiliada por computador devidamente concebido permite que na aquisição de uma máquina o fabricante entregue a decomposição dos diferentes equipamentos e componentes, sob a forma de tabelas minimizando o tempo de introdução e levantamento de dados de uma maneira radical. Através desta informação é possível saber qual é o "pai" de um determinado Bem, atendendo ao critério da constituição física.

5 »»»» **É COMPOSTO POR** - À semelhança do ponto anterior é abordada a constituição do Bem, mas neste temos a definição da constituição arborescente do Bem e não o ponteiro para o Bem ao qual pertence. Uma vez mais deve ser recordado que a constituição de qualquer Bem depende do critério utilizado, sendo considerados os dois mais importantes e que são a análise da composição do Bem em termos funcionais e por outro lado a análise da composição física do Bem.

5.1 - Unidade Funcional - A decomposição do Bem é efectuada em termos de Unidades Funcionais. A análise é efectuada como de "caixas dentro de caixas" sendo essas caixas funções onde se "encaixam" os componentes.

5.2 - Constituição Física - A decomposição do Bem é efctuada tendo em linha de conta apenas aspectos relacionados com a sua composição física. O Bem é decomposto até à unidade fundamental, a qual depende do critério de decomposição adoptado, isto porque em vários pontos é necessário ter apenas dois níveis, estando directamente dentro de um motor, mas, pelo contrário, existem casos em que se torna necessário recorrer a níveis mais profundos de decomposição como por exemplo um quadro eléctrico que

tem dentro dele um rack, o qual tem vários módulos, os quais por sua vez têm vários componentes, sendo necessário por vezes considerar até este nível, isto atendendo a taxas de avarias bem como a outros parâmetros significativos.

6 »»»» **HISTÓRICO** - O conhecimento da história de cada pessoa, isto é, ter acesso ao registo de todos os eventos ocorridos com a pessoa desde que nasceu, é um dos grandes objectivos dos sistemas de informação aplicados à medicina moderna. Encontra-se já em fase adiantada o projecto de registo de todos os eventos relevantes para a saúde, recorrendo a um registo que utiliza como chave de acesso o "smart card". Este sistema irá permitir que o diagnóstico, a facilidade de saber se existem incompatibilidades e o próprio tratamento sejam facilitados, reduzindo quer o tempo de diagnóstico, quer o tempo de tratamento, quer a probabilidade da ocorrência de erros humanos. O principal motivo para o arranque estar a ser tão demorado é a segurança.

No caso dos Bens não existem problemas relacionados com segurança, na esmagadora maioria dos casos, não existindo, portanto, qualquer impedimento que um registo histórico seja implementado. Através do histórico é possível reduzir significativamente os custos de manutenção, principalmente devido à minimização dos tempos de diagnóstico, à possibilidade de definir, com sustentação técnica, planos de manutenção preventiva, à minimização de erros humanos e à possibilidade de calcular indicadores que permitem gerir a manutenção.

O histórico é, em termos finais, uma base de dados onde estão registados, organizados sequencialmente no tempo, todos os eventos ocorridos com o Bem durante toda a sua vida. O histórico permite aplicar filtros por forma que só seja acedido determinado tipo de evento.

7 »»»» **DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA** - A documentação técnica é um factor que contribui decisivamente para o sucesso da Manutenção de qualquer empresa. Através da existência da documentação necessária e devidamente actualizada, numa língua entendida por todos, organizada de modo que todos sabem onde está em qualquer momento é possível reduzir os custos de manutenção. A documentação técnica relativa a um Bem pode ser utilizada principalmente em situações de diagnóstico, ou seja fundamentalmente em intervenções de manutenção correctiva, implicando a sua não existência, ou o simples facto de não estar no sítio onde sempre esteve, atrasos na resolução de uma situação de ocorrência de uma falha. A documentação técnica, para além do anteriormente referido, é utilizada na elaboração de procedimentos de manutenção, para além de ser usada na definição e preparação de tarefas de manutenção preventiva.

8 »»»» **CLASSIFICAÇÃO** - Os Bens, para além de se poderem agrupar de acordo com a sua identificação ou com as suas características, têm possibilidades de serem classificados de acordo com outros critérios que são fundamentais para o funcionamento da Manutenção e para a sua integração nas demais funções da empresa. A classificação permite efectuar análises de determinados tipos de equipamentos de acordo com uma determinada perespectiva de uma forma rápida. A única desvantagem da utilização de uma classificação é que implica que cada equipamento ou componente seja classificado "por quem sabe", o que por vezes leva a que seja "gasto" mais tempo do que seria se o sistema fosse mais simplificado.

3.1 - Tipo - Conjunto de características que distinguem uma classe. Em manutenção existem claramente tipos de equipamentos ou componentes diferentes, como sejam os Consumíveis, os Rotáveis, os Lubrificantes, os Componentes de Reserva, as Ferramentas. Em função do tipo existem características que interessam e outras que não interessam, pelo que a folha de registo que está associada a cada tipo é diferente em conformidade.

8.2 - Sector - Sector da empresa onde, por natureza, se enquadra o Bem. É mais fácil entender esta definição recorrendo a exemplos simples, pelo que se considerarmos um Computador podemos desde logo afirmar que é um equipamento do Sector Informático, se por outro lado pensarmos numa Máquina de Soldar é simples afirmar que se deve tratar de um equipamento do Sector Manutenção, tudo isto com as devidas reservas. Com esta abordagem é possível saber sempre informações sobre os equipamentos existentes por sector e quais os seus custos, como exemplo de análise possível.

9 »»»» **APLICAÇÃO** - A aplicação de um equipamento ou componente diz respeito às suas características e à função que desempenha, ou seja à sua utilização. É fundamental, muitas vezes saber se existe algum contratipo de determinado componente que está a ser utilizado em determinada aplicação, ou onde é que estão instalados componentes iguais. Este conjunto de informações revela-se muitas vezes um factor determinante para a resolução de situações de falha de equipamentos em que, por exemplo, existe uma ruptura de stock do componente de reserva. É um dos exemplos típicos das vantagens da implementação de um sistema de gestão da manutenção auxiliada por computador.

9.1 - Contratipo - Tipo alternativo de Bem. Uma vez mais para que este sistema funcione na perfeição é necessário que seja um especialista da área de manutenção envolvida a definir o contratipo. A contratipagem é das actividades que permite à manutenção tirar partido de todos os equipamentos e componentes quer seja de reserva quer estejam instalados e em funcionamento dentro da empresa.

9.2 - Locais - Localizações onde estão aplicados equipamentos ou componentes iguais, isto é com o mesmo fabricante e a mesma referência. Através desta funcionalidade é possível pesquisar locais onde é possível retirar um equipamento ou componente igual quando houver necessidade. Uma vez mais pode referir-se que se trata de uma forma de reduzir os tempos de intervenção, permitindo consequentemente reduzir os custos de manutenção.

10 »»»» **STOCK** - Os Bens de reserva, vulgarmente chamados de peças de reserva são um dos componentes fundamentais de qualquer sistema de manutenção. Em termos ideais não deveria ser necessário possuir qualquer componente de reserva, o que só seria possível sustentar se não ocorressem falhas nos equipamentos ou se o prazo de entrega de qualquer componente fosse imediato. Tanto uma situação como a outra são inatingíveis. Uma das formas de combater a existência de stocks de peças de reserva é a uniformização dos equipamentos, que actualmente se torna quase impossível dada a evolução tecnológica permanente, que torna obsoletos equipamentos em poucos dias. Contudo esta forma de actuar deve ser sempre tentada, apenas na medida do possível. Não deverá ser comprado um equipamento tecnologicamente desactualizado só porque já temos peças de reserva para os seus componentes. Uma outra forma de minimizar os stocks de peças de reserva é através da implementação da Manutenção Preventiva de forma que seja minimizada a Manutenção Correctiva, permitindo desta forma que sejam comprados os componentes necessários numa determinada altura, na fase de preparação da intervenção, antes de ocorrer uma falha. Deve ser tido em conta que os stocks de peças de reserva são responsáveis por uma grande fatia dos custos de qualquer manutenção, pelo que devem ser devidamente analisados e ponderados.

10.1 - Quantidade - Quantidade existente, e disponível em stock, em armazém, do Bem. As quantidades existentes são indicadas por local por forma que seja mais simples localizar, em caso de necessidade, determinado componente de reserva. Para que este ponto seja realmente útil é obrigatório que todo e qualquer movimento de armazém seja actualizado em tempo real.

10.2 - Fornecedores - Identificação dos fornecedores de determinado tipo de componente. Podem existir vários fornecedores de um tipo de componente. É possível visualizar quais são os potenciais fornecedores

de um determinado Bem. Este sistema permite poupar imenso tempo de pesquisa e escolher, de uma forma muito rápida, quem deverá ser consultado num processo de consulta ao mercado, para dar um simples exemplo de aplicabilidade.

11 »»»» **VALOR** - Valor actual do Bem. Esta informação é fulcral para que seja possível determinar os custos de manutenção. Este valor varia ao longo do tempo, podendo definir-se vários estados correspondentes a valores diferentes. Como estados mais vulgares podemos referir o estado de novo e de reparado.
Um dos problemas mais complexos de resolver, mas que tem diferentes soluções, estando algumas já implementadas em várias empresas, é a determinação do valor de um componente que após já ter estado em funcionamento uma série de horas vai para reparar e em seguida dá entrada em armazém. É inegável que este componente tem um valor, o problema está em determinar qual é o valor mais correcto.

3.2.4 - A Manutenção e os Recursos Humanos

É já vulgar, embora não o fosse num passado recente, ouvir a afirmação por parte de empresários que "...os Recusrsos Humanos são o mais importante património da empresa...". Se esta frase traduz cada vez mais a única forma de qualquer empresa ter hipótese de vencer no meio deste mundo marcado pela competitividade, pode afirmar-se que a Manutenção, como serviço, é, em termos práticos, mais dependente do seu património humano do que qualquer outra função dentro da empresa. Apesar dos técnicos de manutenção viverem o seu dia-a-dia entre os equipamentos, e dependerem permanentemente de ferramentas para executar as suas tarefas, é deles próprios que vive a manutenção.

Apesar dos equipamentos virem equipados com sistemas de ajuda ao diagnóstico que minimizam os tempos de diagnóstico, o Recurso Humano de Manutenção tem cada vez mais trabalho, principalmente em termos da necessidade de conhecer mais profundamente uma grande quantidade de diferentes sistemas e tecnologias, que vão desde o simples relé electromecânico ao software de programação de PLC's, ou às ferramentas baseadas em sistemas computacionais.

Com a crescente diversificação de conhecimentos necessários para permitir que seja efectuada manutenção, torna-se uma necessidade básica, contrariamente ao que acontecia há poucos anos, efectuar formação contínua. A formação contínua implica o aumento e a reciclagem dos conhecimentos dos técnicos o que, se por um lado melhora as capacidades do técnico para actuar, por outro lado diminui o seu tempo útil de trabalho e exige, habitualmente, o pagamento de vencimentos mais elevados.

É conveniente referir que as relações existentes intra e inter departamentais só dependem dos Recursos Humanos, pelo que deve ser dispensada a necessária atenção a todos os detalhes relacionados com a formação, não só académica, durante o recrutamento mas também durante todo o período de actividade de qualquer Recurso Humano.

Cada Recurso Humano deve saber com exactidão qual é a sua função dentro da empresa, estando perfeitamente consciente do âmbito do seu trabalho. Qualquer funcionário só é capaz de estar satisfeito dentro do seu trabalho se conhecer com algum detalhe a organização na qual está integrado.

Gerir Recursos Humanos não é comparável a gerir Bens. Os Recursos Humanos "exigem" a aplicação de conhecimentos, não técnicos, para que a Manutenção funcione. A formação de equipas de trabalho é fundamental, permitindo que cada uma delas seja responsabilizada pelo seu próprio desempenho, o que faz com que cada elemento da equipa dê permanentemente o seu melhor. Esta gestão implica o conhecimento de todo o historial de cada funcionário para que as decisões que sejam tomadas possam ser devidamente sustentadas.

Um dos maiores problemas dos Recursos Humanos reside na dificuldade que existe em manter a motivação para trabalhar em níveis elevados. Por muitas condições de trabalho em termos do seu local de

trabalho, das ferramentas até mesmo do seu ordenado que se dê parece existir sempre alguma fonte de insatisfação que implica uma menor motivação e logo um menor rendimento. Por vezes esta dificuldade é originada ou pelo facto do trabalhador não gostar do que faz ou por ter dificuldades de relacionamento humano quer com as chefias quer com os seus próprios colegas, o que é um caso muito frequente.

No diagrama da figura 3.2.4/1 estão representadas todas as informações relevantes para a Manutenção Industrial no que respeita a qualquer Recurso Humano. Seguidamente serão desenvolvidos os conceitos que estão dentro de cada um dos pontos, por forma que exista um total entendimento de todos eles.

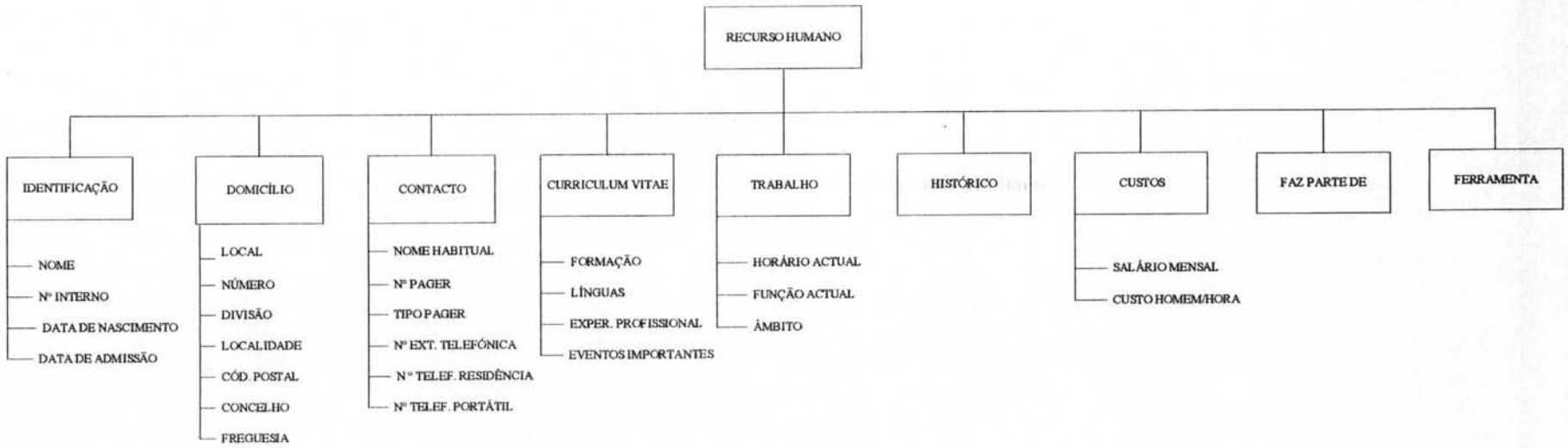


Figura 3.2.4/1 - Informações sobre Recursos Humanos

1 »»»» **IDENTIFICAÇÃO** - É da maior importância que a Manutenção disponha dos dados correctos sobre cada um dos seus funcionários. O primeiro conjunto de dados, e eventualmente, o mais importante é o que constitui a sua identificação. Neste conjunto pretendem-se reunir todos os dados que, tendo interesse para a manutenção e não sendo passíveis de alteração, constam do seu Bilhete de Identidade e do seu historial dentro da empresa.

1.1 - Nome - Nome completo do funcionário, conforme o que consta do Bilhete de Identidade.

1.2 - Nº Interno - Número interno atribuido para identificação, habitulamente pela função Recursos Humanos. Este número sequencial deve ser utilizado sempre que se pretende identificar o funcionário, por forma que exista uma uniformização de identificações.

1.3 - Data de Nascimento - Data de nascimento do funcionário, conforme consta do Bilhete de Identidade.

1.4 - Data de Admissão - Data em que o funcionário começou a trabalhar na empresa. Existem, por vezes, funcionários que saem da empresa e regressam mais tarde, sendo nestes casos esta data a que corresponde à sua última admissão.

2 »»»» **DOMICÍLIO** - Os dados relativos ao domicílio actual de cada funcionário são relevantes por vários motivos, sendo os mais salientes a necessidade de estabelecer contacto se as restantes formas de contactar falharem, o estabelecimento de prioridades quando for necessário chamar as pessoas quando a empresa está em laboração e ocorre uma falha que implica comparência de um especialista para ser resolvida e o envio de correspondência quando, por algum motivo o funcionário se ausenta.

2.1 - Local - Avenida, rua, praça, praceta de residência.

2.2 - Número - Número da porta que dá acesso à residência dentro do local.

2.3 - Divisão - Andar, sala, apartamento, etc., de residência.

2.4 - Localidade - Localidade onde se situa a residência.

2.5 - Código Postal - Código postal completo da localidade.

2.6 - Freguesia - Freguesia onde se situa a residência.

2.7 - Concelho - Concelho ao qual pertence a freguesia da residência.

3 »»»» **CONTACTO** - Neste ponto serão abordados uma série de dados importantes para que se estabeleça, fácil e rapidamente, contacto com o funcionário. Numa altura em que existe uma necessidade de reduzir custos, o que implica quase sempre ter apenas o pessoal indispensável para a realização das tarefas, por forma que as empresas sejam competitivas, é obrigatório dispor de um sistema de procura de pessoas realmente eficaz. Habitualmente uma planta fabril é um local com determinadas particularidades em termos ambientais, tais como o elevado ruído, as quais inviabilizam o recurso aos sistemas de aviso sonoro, como o sistema de microfone e altifalantes que é utilizado com êxito nos hipermercados. Com as evoluções tecnológicas e respectiva difusão, no domínio das telecomunicações, é hoje possível estabelecer contacto com pessoas de variadíssimas formas, as quais podem ser seleccionadas de acordo com critérios que têm sempre como base o tipo de aplicação. Na Manutenção existem hoje duas formas que estão em utilização desde há vários anos e que são os sistemas de paging e, mais recentemente, os sistemas de telefones portáteis. Se as empresas contabilizassem com rigor o tempo que é perdido pelos operadores "atrás" de um técnico de manutenção, mantendo o equipamento produtivo parado, ou, por outro lado, pelos próprios técnicos de manutenção em relação aos seus colegas, chegariam à conclusão,

principalmente em médias e grandes unidades industriais, que um sistema de contacto rápido e eficaz, de preferência on-line, "se paga a si próprio" em pouco tempo.

3.1 - Apelido - Nome pelo qual é conhecido habitualmente.

3.2 - Número do Pager - Número que se deve ligar para enviar uma mensagem para o Pager do funcionário da Manutenção.

3.3 - Tipo de Pager - O Pager pode ser de vários tipos como por exemplo externo numérico, externo alfanumérico, interno numérico ou interno alfanumérico. Desta definição depende a forma como a pessoa que pretende entrar em contacto com o portador do Pager deve proceder.

3.4 - Número Extensão Telefónica - Número da extensão telefónica correspondente ao local de trabalho habitual do técnico.

3.5 - Número Telefone Residência - Número de telefone da residência do funcionário da Manutenção.

3.6 - Número Telefone Portátil - Número do telefone portátil do funcionário, se este tiver algum, seja interno ou externo.

4 »»»» **CURRICULUM VITAE** - Através do Curriculum é possível ter uma imagem, de uma forma condensada, sobre todo o historial de qualquer Recurso Humano. Este conjunto de dados é de tanta importância que, actualmente, é impensável admitir qualquer candidato a um lugar sem que primeiro se efectue uma análise cuidadosa do seu curriculum. Este curriculum é constituido pelos dados que não fazem parte de outros conjuntos. Este conjunto de dados é extraido do histórico do Recurso Humano, através de uma selecção dos dados relevantes, sendo obrigatoriamente dinâmico.

4.1 - Formação - Lista de todos os cursos de formação que foram frequentados pelo funcionário Cada curso deve ter a indicação da designação, instituição responsável, ano de início e fim. Através destes dados é possível saber-se quais os níveis de formação de cada funcionário, que acaba por ser uma informação fundamental para a gestão dos recursos humanos de manutenção.

4.2 - Línguas -Devem ser especificados quais são os conhecimentos que o funcionário possui em termos de línguas. Actualmente os conhecimentos de línguas são fundamentais, principalmente porque a comunicação com os técnicos de fora do país começa a ser cada vez mais necessária, devido à evolução tecnológica e também porque é habitual que qualquer montador de máquinas de qualquer país saiba falar, pelo menos Inglês.

4.3 - Experiência Profissional - Percurso profissional do funcionário, desde o primeiro local onde trabalhou. Devem ser indicados dados tais como a designação da empresa, o seu local, o seu ramo de actividade, as suas funções nessa empresa e o seu período de permanência.

4.4 - Eventos Importantes - Neste ponto devem ser indicados todos os eventos relevantes que aconteceram ao funcionário.

5 »»»» **HISTÓRICO** - No histórico são registados todos os eventos ocorridos com o funcionário, dentro da empresa, desde que foi admitido. Esta informação afigura-se muito importante para que haja uma melhor apreciação do funcionário, atendendo a diferentes aspectos da sua conduta. Neste ponto devem ser registados por exemplo todos os acidentes que o funcionário teve na empresa, todas as suas ausências, todos os problemas de índole disciplinar que teve, todos os trabalhos que realizou.

6 »»»» **TRABALHO** - Neste ponto pretendem-se guradar as informações relevantes para o trabalho actual do funcionário. Para que seja possível integrar um Recurso Humano numa intervenção é fundamental conhecer com rigor quer as funções que executa, quer o seu horário de trabalho, quer os equipamentos onde habitualmente faz manutenção.

6.1 - Horário - Horário actual do funcionário.

6.2 - Função - Função, ou conjunto de funções que são desempenhadas pelo funcionário.

6.3 - Âmbito - Conjunto de equipamentos em que, habitualmente, o funcionário participa na sua manutenção.

7 »»» **CUSTOS** - Os custos são hoje o principal alvo de todos os gestores, sejam de manutenção, de produção ou de outra qualquer função. Através da colocação em serviço em várias empresas da metodologia "downsizing", a qual foi já referida anteriormente, tem-se vindo a assistir ultimamente à redução dos efectivos de quase todas as empresas. O conhecimento dos custos de Manutenção, no que se refere aos Recusrsos Humanos, reveste-se consequentemente de uma importância acrescida.

7.1 - Salário Mensal - Salário mensal que o funcionário recebe. Este valor é muito importante em termos de gestão.

7.2 - Custo Homem/Hora - Valor do custo de cada hora de trabalho executado pelo funcionário. Este valor é habitualmente calculado pela função Contabilidade. É com este valor que se efectuam os cálculos de custos da manutenção.

8 »»» **FAZ PARTE DE** - Qualquer funcionário está inserido numa qualquer entidade organizacional. Neste ponto é identificada a entidade à qual pertence, em termos organizacionais, o funcionário.

9 »»» **FERRAMENTA** - Habitualmente, dependendo das funções que desempenha, não é possível que um recurso humano execute todas as tarefas de manutenção sem que utilize ferramentas. A gestão de ferramentas é uma das actividades críticas dentro da manutenção industrial uma vez que, se por exemplo, for necessário executar uma intervenção na qual é necessária uma ferramenta especial e não se souber qual é o seu paradeiro então podemos ter um grave problema, o que acontece na realidade. Cada ferramenta tem um responsável, uma designação que a permita identificar e um número que a distinga de todas as outras. Mesmo as ferramentas mais elementares, como por exemplo uma chave de fenda, as quais são distribuidas a cada indivíduo, deverão estar devidamente controladas, o que não constitui, habitualmente, uma tarefa fácil.

3.2.5 - A Manutenção e as Intervenções

As intervenções são a actividade principal da ocupação dos técnicos de manutenção. É durante as intervenções que os técnicos executam as acções de manutenção necessárias para garantir o correcto funcionamento do equipamento ao longo do tempo ou para repor esse mesmo funcionamento. Quando os técnicos de manutenção não estão a efectuar intervenções podem estar a efectuar a sua preparação, ou a estudar determinados documentos técnicos ou ainda a receber formação, embora todas estas actividades tenham por objectivo final melhorar o funcionamento da manutenção permitindo optimizar as intervenções, tudo isto para, em termos finais, permitir aumentar a disponibilidade do equipamento.

Em termos "ideais" deveriamos ter apenas intervenções periódicas de Manutenção Preventiva, não existindo a necessidade de efectuar intervenções de Manutenção Correctiva. Este "ideal" não passa de isso mesmo pois para tornar possível atingir as zero falhas é necessário gastar muito mais dinheiro do que custa ter uma baixa taxa de falhas, reduzindo a Manutenção Preventiva, isto considerando apenas a generalidade dos casos.

Uma intervenção é uma acção ou conjunto de acções, que tem um início e fim bem definidos no tempo. A vida de qualquer técnico de manutenção é diariamente constituida por intervenções de diversos tipos, exceptuando situações tais como quando está a executar trabalhos inseridos numa obra, onde se considera habitualmente apenas uma intervenção com um período que se pode estender por vários dias.

A Gestão da Manutenção exige que exista uma clara classificação das intervenções, pois só deste modo é possível criar uma análise significativa de todos os dados recolhidos. Os dados recolhidos durante a realização das intervenções são a base para a geração da informação que a Manutenção utiliza. Esta recolha de dados é, habitualmente, realizada através do recurso ao preenchimento de impressos que têm uma série de campos significativos. A elaboração destes impressos acaba por ser uma das fases mais importantes da implementação de um Modelo de Manutenção, devido principalmente ao facto de que deste está em grande parte dependente o êxito do melhoramento que se pretende realizar, pois um Sistema de Manutenção, informatizado ou não só pode funcionar se existir a realimentação da informação, a qual é registada nos impressos, das intervenções realizadas. Em termos actuais existe uma possibilidade, a qual deve, sempre que possível, ser devidamente explorada, e que é o recurso à utilização da Automação Industrial, com as suas redes de comunicações entre o nível do equipamento produtivo e os diferentes equipamentos de registo de dados (Base de Dados), para efectuar o preenchimento de uma grande parte dos dados, que de outro modo têm de ser registados em papel e posteriormente introduzidos no equipamento de registo (Base de Dados). Esta possibilidade permite minimizar os tempos de registo dos técnicos e o próprio papel circulante, permitindo ainda a existência de um único registo de eventos de Manutenção e Produção.

Cada intervenção pode ser analisada como uma unidade independente, contendo as operações realizadas sobre cada componente, ou, por outro lado, ser analisada considerando apenas um componente particular. Esta última perspectiva irá permitir, através do processamento de toda a informação disponível sobre as intervenções realizadas sobre um determinado componente, efectuar diagnósticos de falhas com maior facilidade, bem como definir intervenções de Manutenção Preventiva necessárias.

As intervenções acabam por ter no seu interior outras intervenções que são designadas por acções ou operações, as quais são realizadas por componente, e cuja designação obdece aos mesmos critérios das intervenções.

Numa determinada intervenção podem intervir vários serviços de apoio diferentes, os quais trabalham de um modo integrado para a resolução de uma determinada falha, ou na realização de um trabalho de Manutenção Preventiva. Este procedimento complica a aquisição de dados, pois todas as equipas intervenientes têm de considerar a mesma identificação da intervenção, assim como utilizar a mesma classificação.

Na figura 3.2.5/1 estão representadas todas as informações relevantes para a Manutenção Industrial no que respeita às intervenções. Seguidamente serão desenvolvidos os conceitos que estão dentro de cada um dos pontos, por forma que exista um total entendimento de todos eles.

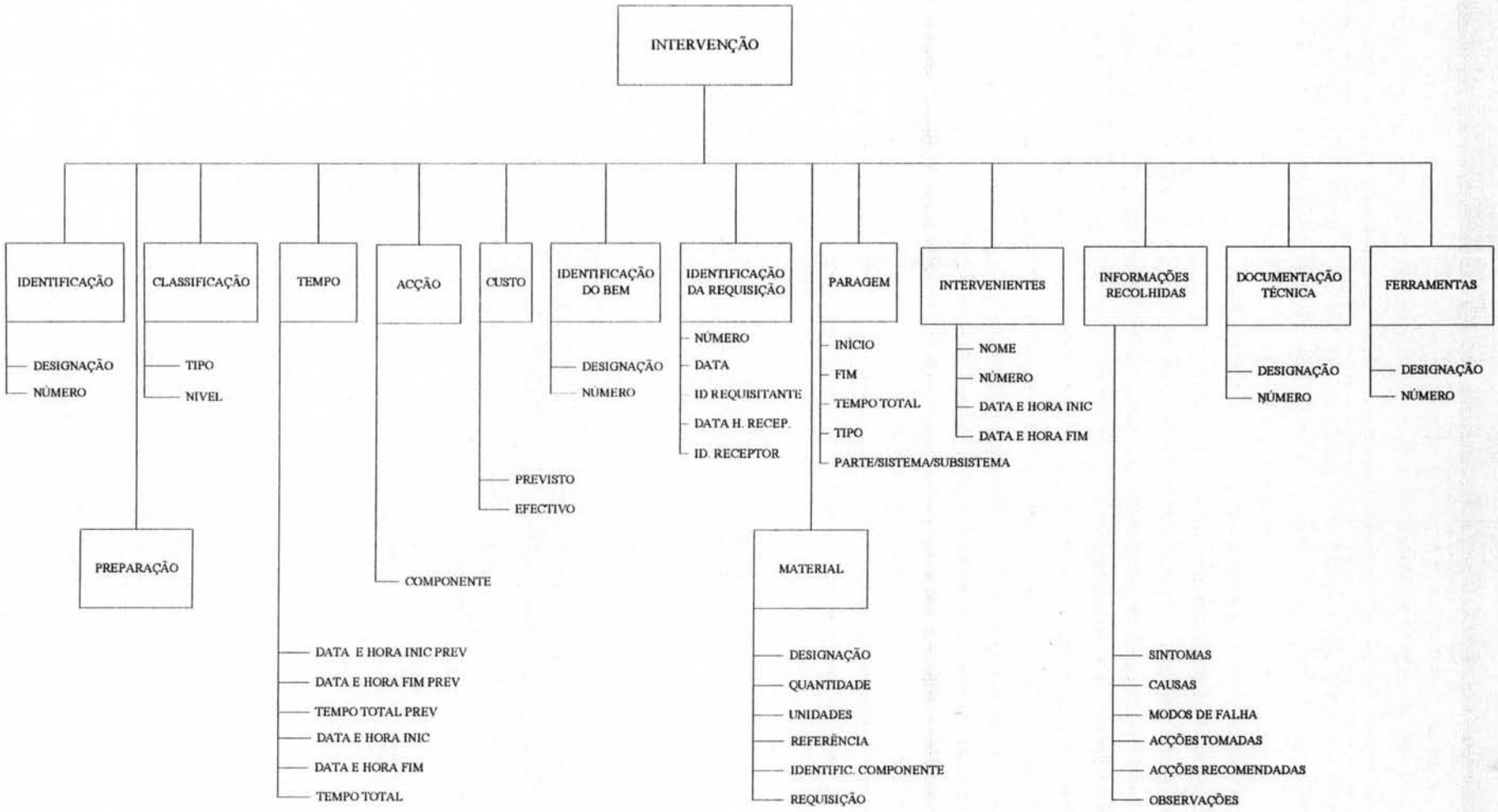


Figura 3.2.5/1 - Informações sobre Intervenções

1 »»»» **IDENTIFICAÇÃO** - Cada intervenção deve ser devidamente identificada para permitir, de um modo simples e acessivel a todos os técnicos, a sua referenciação. Existe obrigatoriamente um conjunto de definições, o qual deve estar claramente organizado, que permite encontrar a identificação adequada a cada intervenção.

1.1 - Designação - Designação atribuida à intervenção. A designação é atribuida com base no seu teor, sendo seleccionada a partir de uma tabela de designações, previamente definida. Como exemplo podemos referir a "Reparação", que é a designação de uma intervenção de Manutenção Correctiva Curativa, cujo teor se relaciona com a resolução com carácter definitivo de uma falha, conforme a definição apresentada num ponto anterior.

1.2 - Número - Código sequencial atribuido à intervenção. Este código deve incluir uma parte alfanumérica onde é identificada a designação da intervenção e uma parte numérica que identifica sequencialmente a intervenção.

2 »»»» **CLASSIFICAÇÃO** - Para que seja possível analisar a informação recolhida torna-se obrigatório classificar todas as intervenções realizadas. Através da classificação é possível agrupar as intervenções de acordo com critérios bem definidos.

2.1 - Tipo - Classificação da intervenção de acordo com a tipologia, atendendo ao diagrama da Tipologia das Intervenções de Manutenção, o qual está representado na figura 3.2.5/2. Cada intervenção pode ser classificada como pertencente a um dos tipos definidos no supracitado diagrama. O facto de ser utilizada a mesma tipologia por todas as empresas torna possível a comparação dos resultados das respectivas manutenções. A manutenção condicionada pode integrar, de acordo com alguns autores, as manutenções preditiva e proactiva, o que, em termos de comparação, desde que o sistema de informação esteja devidamente concebido, não coloca qualquer problema.



Figura 3.2.5/2 - Tipologia das Intervenções de Manutenção Industrial

2.2 - Nível - Nível ao qual pertence a intervenção. Os níveis de manutenção permitem classificar as intervenções no que respeita ao grau de complexidade e de conhecimentos exigidos para realizar a

intervenção. Os níveis de manutenção são definidos por cada empresa, podendo ser utilizada a classificação proposta nas normas internacionais, o que permite efectuar comparações entre os resultados de diferentes empresas.

3 »»»» **TEMPO DA INTERVENÇÃO** - Cada intervenção envolve tempos, sendo estes utilizados para o planeamento da manutenção e da produção, se pensarmos nas previsões e para a Gestão da Manutenção, se considerarmos os tempos efectivos.

3.1 - Data e Hora de Inic Previsto - Data e hora em que está previsto iniciar-se a intervenção. A fonte destes dados é diferente em função do tipo de manutenção. Se é uma intervenção planeada então a fonte será o plano de produção, cuja elaboração necessitou da informação contida no plano de manutenção. Se por outro lado se trata de uma intervenção para correcção de uma falha, então estes dados são fornecidos pelos próprios técnicos de manutenção que irão efectuar a intervenção.

3.2 - Data e Hora de Fim Previsto - Data e hora em que está previsto concluir-se a intervenção. A fonte destes dados é diferente em função do tipo de manutenção. Se é uma intervenção planeada então a fonte será o plano de produção, cuja elaboração necessitou da informação contida no plano de manutenção. Se por outro lado se trata de uma intervenção para correcção de uma falha, então estes dados são fornecidos pelos próprios técnicos de manutenção que irão efectuar a intervenção.

3.3 - Tempo Total Previsto - Tempo total previsto para a realização da intervenção.

3.4 - Data e Hora de Inicio - Data e hora em que foi iniciada a intervenção.

3.5 - Data e Hora de Fim - Data e hora em que foi concluida a intervenção.

3.6 - Tempo Total - Tempo total que durou a realização da intervenção.

4 »»»» **PARAGEM** - A correcta contabilização dos tempos de paragem é fundamental para se calcular com rigor os custos e os indicadores de manutenção.

4.1 - Data e Hora de Início - Data e hora em que foi iniciada a paragem.

4.2 - Data e Hora de Fim - Data e hora em que foi concluida a paragem.

4.3 - Tempo Total - Tempo total que durou a paragem.

4.4 - Tipo - Uma paragem pode ser total ou parcial, implicando neste último caso que seja identificada a parte da entidade que ficou parada, no ponto 4.5.

4.5 - Parte/Sistema/Subsistema - Identificação da parte (ou partes) da máquina que ficou (ou ficaram) parada (paradas).

5 »»»» **ACÇÕES POR COMPONENTE** - Cada intervenção pode ter uma ou mais acções de manutenção, podendo estas ser executadas por um ou vários serviços de apoio, entre os quais se pode incluir a própria produção. As acções são definidas por componente, tendo em atenção que a própria máquina é também um componente.

5.1 - Componente/Acção - Para cada componente sujeito a intervenção deve ser definida a acção realizada correspondente. No caso de ter sido efectuada qualquer substituição, a actualização da constituição do bem fica assegurada registando os dados significativos do componente antes deste ser colocado em funcionamento. Existindo uma numeração específica para cada componente que se encontra em armazém à qual corresponde um conjunto de informações sobre o mesmo, apenas se torna necessário registar esse número do componente para que a supracitada actualização seja realizada.

6 »»»» **MATERIAL CONSUMIDO** - Na grande maioria das intervenções são substituidos componentes, ou é aplicaddo qualquer tipo de material, como por exemplo massa consistente. É muito importante que seja

conhecido o material consumido por vários motivos, sendo o principal o cálculo dos custos de manutenção, não desvalorizando a necessidade da obtenção dos indicadores de manutenção por equipamento. Para cada material consumido há a necessidade de se fornecerem uma série de dados importantes.

6.1 - Designação - Designação do material.

6.2 - Quantidade - Quantidade de material consumido.

6.3 - Unidades - Unidades referentes à quantidade de material.

6.4 - Referência - Referência do material.

6.5 - Identificação Componente - Identificação completa do componente onde o material foi aplicado.

6.6 - Requisição - A requisição do material deve claramente ser especificada por forma a garantir a completa rastreabilidade de todo o processo, ou seja, para permitir que de um modo simples se consiga saber que forneceu o material, quando é que foi fornecido, quanto custou, e outros dados que se afigurem significativos que pertençam ao processo de compra.

7 »»»» **CUSTOS** - O principal objectivo da área de manutenção de qualquer empresa é a minimização dos custos de manutenção. Para que seja possível avaliar com rigor os custos de manutenção torna-se necessário dividir nas suas duas componentes principais esses mesmos custos. Numa manutenção planeada existe sempre a possibilidade de efectuar uma estimativa do custo que se prevê para a respectiva intervenção, sendo esta actividade desenvolvida durante a fase de preparação.

7.1 - Previsto - Custo previsto para a intervenção. Este custo pode ser dividido em duas componentes, sendo estas a referente aos materiais e a referente ao pessoal.

7.2 - Efectivo - Custo efectivo da intervenção. Este custo pode ser dividido em duas componentes, sendo estas a referente aos materiais e a referente ao pessoal.

8 »»»» **IDENTIFICAÇÃO DO BEM** - É fundamental que seja definido devidamente qual foi o bem que foi o alvo da intervenção. Esta identificação corresponde à do equipamento, conforme foi definido na descrição do bem. As acções por componente, as quais foram já referenciadas, dizem respeito ao bem identificado neste ponto. Habitualmente através do número sequencial do bem é possível aceder a toda a informação contida no registo da identificação do bem.

8.1 - Designação - Designação do bem.

8.2 - Número sequencial - Número sequencial do bem. Este número é único em todo o sistema de manutenção, não existindo por isso dois bens com o mesmo número

9 »»»» **IDENTIFICAÇÃO DA REQUISIÇÃO** - Um dos pontos mais importantes em qualquer sistema de informação é a garantia da rastreabilidade. Através do conhecimento da requisição que nos foi entregue pelo nosso cliente é possível ter acesso a uma quantidade de informação que se afigura importante para a gestão da manutenção. O registo desta informação pode parecer em determinadas situações desnecessária mas permite saber, por exemplo, qual é o tempo médio que uma determinada equipa de manutenção demora a responder a uma requisição a partir do momento que esta lhe é entregue.

9.1 - Número - Número atribuido pelo cliente à respectiva requisição. Este número permite interligar todas as informações registadas pelo sistema de produção com as registadas pelo sistema de manutenção.

9.2 - Data - Data da requisição do cliente. O seu registo é importante para permitir que não haja dúvidads quanto à identificação da requisição e para que exista uma análise da concordância das informações registadas pela manutenção.

9.3 - Identificação do Requisitante - Identificação da secção, área, etc., que elaborou a requisição. Existem casos em que o número da requisição já contém um código identificador do requisitante, mas na maioria dos casos torna-se necessário identificar inequivocamente o requisitante. Nesta identificação tem de estar incluida a identificação da entidade organizacional e do próprio funcionário que se responsabilizou pela emissão da requisição.

9.4 - Data e Hora de Recepção - Data e hora de recepção da requisição. O receptor da requisição indica claramente a data e hora de recepção da requisição por forma a permitir saber qual foi o atraso na resposta da manutenção ao pedido de intervenção.

9.5 - Identificação do Receptor - Identificação do técnico de manutenção que recebeu a requisição. Esta informação permite rastrear todo o processo de intervenção passando pelo técnico de manutenção que recebe a requisição.

10 »»»» **INTERVENIENTES** - Uma intervenção de manutenção é realizada por funcionários da empresa sobre um determinado bem ou conjunto de bens. Numa intervenção também podem participar empresas exteriores de serviços. É importante ter informação sobre o número de intervenções que cada funcionário realiza, quanto tempo por dia passa a realizar intervenções, quanto tempo utilizou para resolver uma determinada falha, bem como quais são os custos de manutenção, pelo que os dados relativos aos tempos utilizados por cada técnico numa determinada intervenção são fundamentais. Os pontos que se apresentam seguidamente devem ser preenchidos para cada interveniente podendo, caso um interveniente entre e saia várias vezes na intervenção, aparecer o mesmo nome várias vezes.

10.1 - Nome - Nome do funcionário que realiza a intervenção.

10.2 - Número - Número interno do funcionário que realizou a intervenção.

10.3 - Data e Hora de Início - Data e hora de início da realização de tarefas dentro da intervenção.

10.4 - Data e Hora de Fim - Data e hora de conclusão da realização de tarefas dentro da intervenção.

11 »»»» **INFORMAÇÕES RECOLHIDAS** - A recolha de informações significativas sobre as intervenções permite a criação de bases de dados capazes de ajudar os técnicos de manutenção na realização de acções de manutenção. A informação a recolher é diferente em função do tipo de intervenção que se irá realizar. Contudo é possível listar uma série de pontos que incluem a grande maioria da informação que é necessário reter. Através do registo desta informação é possível realizar, à posteriori, uma Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos, ou tipo RCM, construindo uma base de dados que nos permitirá prever com maior rigor quando e como irá falhar um determinado bem.

11.1 - Sintomas - São descritos neste ponto, de uma forma completa, o(s) sintoma(s) que o bem apresentava. Acaba por ser a descrição, realizada com algum detalhe e correcção, da forma como a função do bem é, ou não, desempenhada.

11.2 - Causas - Causas da ocorrência da falha, a qual por sua vez se manifesta para o utilizador através do sintoma. A causa tem um modo de falha. Digamos que, numa abordagem conceptual, a causa provoca o modo de falha e este é que provoca o sintoma.

11.3 - Modos de Falha - Modo através do qual a falha se manifesta. Neste ponto deve referir-se claramente de que modo é que o bem falha no cumprimento da sua função.

11.4 - Acções Tomadas - Acções que foram tomadas para corrigir, ou melhorar o equipamento. Esta informação permite-nos ligar os pontos anteriores, os quais definem claramente o diagnóstico da situação, às acções tomadas pelos técnicos de manutenção.

11.5 - Acções Recomendadas - Após a realização de uma intervenção e de uma análise ponderada de toda a situação, o técnico de manutenção está em condições de sugerir acções que, na sua opinião,

permitirão melhorar o desempenho da manutenção, o que permitirá obter melhores condições de produção.

11.6 - Observações - Todas as chamadas de atenção e outro texto que não se enquadre em qualquer dos pontos incluidos no ponto 11, deverão ser incluidas aqui.

12 »»»» **FERRAMENTAS** - Os principais meios de manutenção são um dos esteios da manutenção, pelo que a sua gestão se afigura fundamental. É importante referir que principais ferramentas que foram utilizadas, não nos referimos às vulgares chaves de fendas, para que desta forma se possa com segurança determinar a taxa de utilização do equipamento, bem como a sua influência nos atrasos da realização dos trabalhos.

12.1 - Designação - Designação da ferramenta.

12.2 - Número - Número sequencial da ferramenta. Através deste número podemos facilmente identificar o meio de manutenção em questão. É semelhante ao número do Bilhete de Identidade.

13 »»»» **DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA** - É vulgar ser necessário recorrer a documentação técnica para efectuar uma determinada intervenção. No caso de Manutenção Preventiva e a determinadas intervenções de Manutenção Correctiva, torna-se imprescindível a referência à documentação técnica que suporta a actividade. A referenciação à documentação técnica que foi utilizada numa determinada intervenção permite verificar qual o nível de utilização dessa mesma documentação, qual a necessidade de posssuir mais cópias por forma que os técnicos a tenham disponível, sempre que necessário, para referir apenas alguns exemplos.

13.1 - Designação - Designação do documento. Como exemplo podemos referir "Esquema Eléctrico Global"

13.2 - Número - Número sequencial interno do documento técnico.

14 »»»» **PREPARAÇÃO** - As intervenções podem ter preparações dos trabalhos a realizar, as quais podem ser utilizadas em determinados tipos de trabalho, que são as preparações padrão e as que são elaboradas especificamente para uma determinada intervenção que se poderão designar de especificas. Nas preparações definem-se todos os detalhes do trabalho a realizar, como por exemplo qual a paragem que está prevista, quais são os procedimentos, normas ou instruções a aplicar, qual a documentação técnica que será necessária, quais as principais ferramentas que se prevê utilizar, qual a acção prevista por componente do bem, qual o material que se prevê aplicar e por fim, qual o custo previsto para a intervenção.

3.2.6 - A Manutenção e as Relações Internas

A Função Manutenção em qualquer empresa industrial, independentemente da percentagem de trabalhos que esta subcontrata ao exterior, possui sempre internamente uma série de entidades das quais dependem todas as suas actividades. O número e tipo de entidades que existe depende dos modelos organizacionais e de gestão que são adoptados por cada empresa, sendo este tema abordado com alguma profundidade num outro ponto desta dissertação.

Em termos gerais toda a actividade da Manutenção tem como núcleo o triângulo formado pelos Bens, os Recursos Humanos e as Intervenções. Na figura 3.2.6/1 está representado o Diagrama das Relações Internas entre as entidades da Manutenção. Uma Intervenção não pode existir sem Recursos Humanos e/ou sem Bens,

pois o alvo da Intervenção é o Bem e esta é executada por Recursos Humanos, os quais utilizam ferramentas, que também são Bens, durante essa execução. Por este motivo as interligações entre as supracitadas entidades, umas físicas, tais como os Bens e os Recursos Humanos e outras funcionais, tais como as Intervenções.

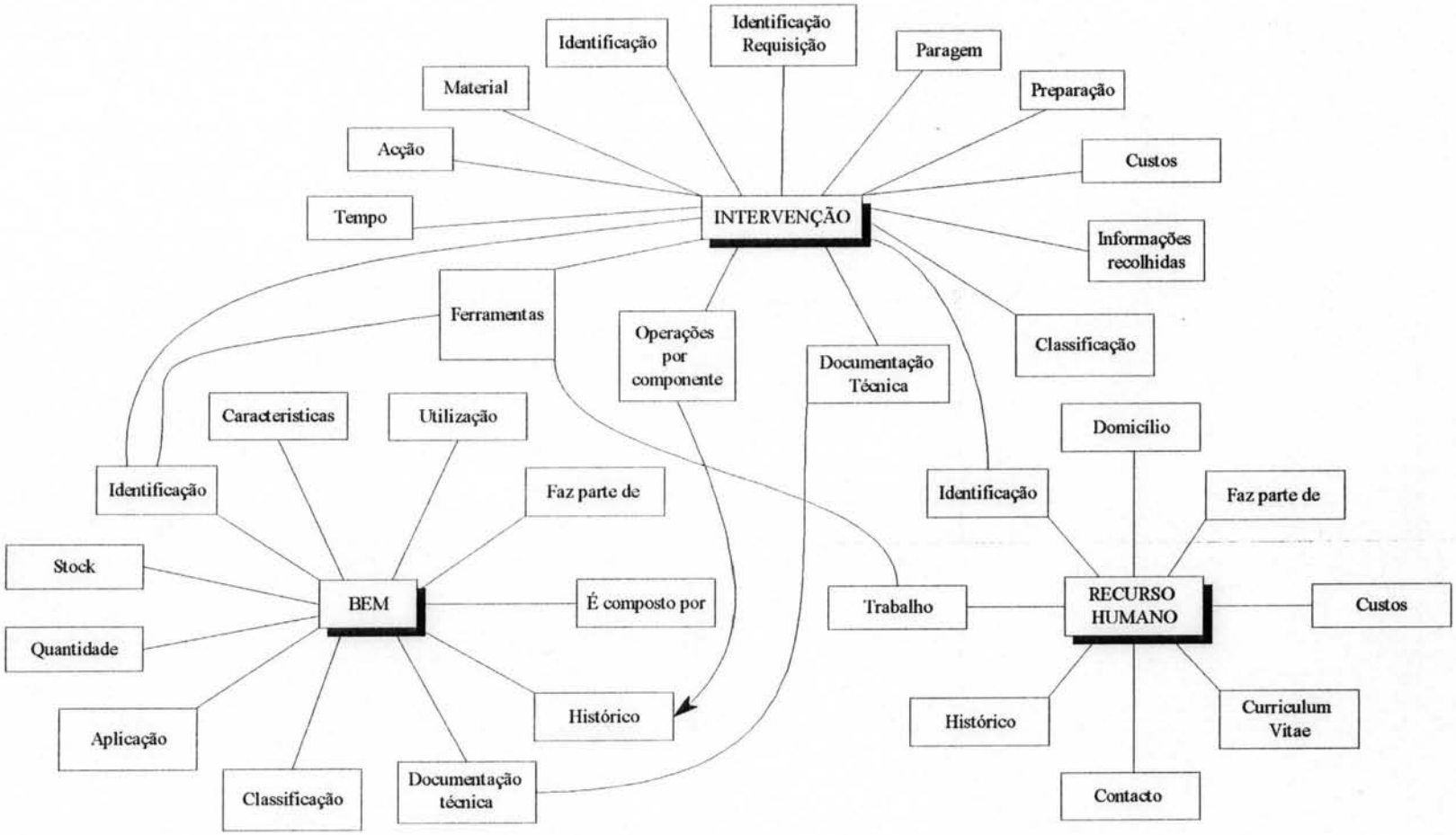


Figura 3.2.6/1 - Relações Internas na Manutenção Industrial

As entidades pertencentes à Manutenção dependem, como já acima foi referido, do Modelo Organizacional e de Gestão adoptados, pelo que as três entidades consideradas não representam a totalidade da Manutenção, o que implica que uma parte da abordagem é obrigatoriamente casuística.

3.3 - Organização e Gestão

3.3.1 - Introdução

A Organização e a Gestão da Manutenção Industrial são claramente o que define e condiciona toda a sua actividade. Depois de se fazer uma afirmação como a anterior é obrigatório chamar-se a atenção que "cada caso é um caso" no que respeita à Organização e Gestão da Manutenção Industrial, uma vez que o "ideal" depende sempre de factores objectivos, como os Equipamentos existentes e a sua utilização, e de factores claramente subjectivos, como seja a "cultura da empresa", nunca esquecendo as características próprias dos Recursos Humanos.

Já se tentaram implementar variadíssimas técnicas de Organização e Gestão no continente Europeu, que eram consideradas soluções ideais no Japão e que foram, por ter sido tentado fazer a cópia integral do que estava a ser feito no Japão, autênticos fracassos. Alguns desses casos foram as primeiras tentativas de implementar o TPM, o qual é referido num outro ponto deste documento.

A Organização da Manutenção é o conjunto de definições que estruturam em termos funcionais e hierárquicos toda a Manutenção, quer em termos de Bens, de Recursos Humanos ou de Documentação Técnica, na qual se inclui todo o Sistema de Informação.

A Gestão por seu lado utiliza a Organização como base do seu trabalho, o qual se centra na utilização dos Recursos para atingir determinados Objectivos, definindo medidas que melhorem continuamente o desempenho da Função Manutenção.

3.3.2 - Organização da Manutenção

A Manutenção tem de ter uma organização perfeitamente definida, com as funções de cada colaborador correctamente definidas, sendo estas condições obrigatórias para que o desempenho da função pemita atingir os objectivos. Habitualmente estes objectivos integram a minimização dos custos de manutenção e a maximização da disponibilidade dos equipamentos.

Toda a organização deve ser definida, para permitir uma visualização mais rápida e clara, através do recurso a diagramas e a listas completas de funções.

A Organização integra habitualmente uma ligação da Manutenção, a qual é na maior parte dos casos um Departamento, à entidade hierarquicamente superior, desenvolvendo-se toda a estrutura, que por vezes é bastante complexa, dentro do Departamento de Manutenção. Dentro deste departamento existem habitualmente três funções distintas [18], cujas tarefas principais são definidas seguidamente:

» Métodos - Define os métodos de trabalho e os recursos para os trabalhos de manutenção. Analisa as informações recolhidas durante as inspecções. Efectua o diagnóstico das avarias. Define as intervenções e as respectivas acções a efectuar nos vários tipos de manutenção.

» Programação - Estabelecer a ordem de execução dos trabalhos de manutenção, atendendo à disponibilidade de recursos e ao grau de urgência. Efectuar o seguimento da execução das intervenções. Gerir os stocks da manutenção. Gerir os recursos da manutenção.

» Execução - Lançamento dos trabalhos indicados pela programação. Distribuição do pessoal, de materiais, de ferramentas e equipamentos de reserva por cada equipa de trabalho. Verificar a qualidade do trabalho.

Este tipo de organização, cujo desempenho das funções pode ser efectuado por uma ou várias pessoas, por especialidade (macânica, electricidade, instrumentação,etc.) ou não, é bastante flexível adaptandos-se bem à execução dos trabalhos por equipas internas e por equipas subcontratadas.

Esta última referência foi efectuada a título meramente exemplificativo, pois apesar das funções descritas terem de ser sempre executadas, estas podem não implicar a existência de três funções com funcionários "perfeitamente independentes", o que depende exclusivamente da empresa onde se pretende implementar o modelo.

As organizações que podem ser consideradas são dependentes, como foi já referido, da empresa considerada e não há dois casos iguais.

Podemos considerar três tipos principais de Organização de Manutenção no que respeita à execução:

» Organização por Tipo de Intervenção - Existem grupos especializados por tipo de intervenção (ex. reparações, inspecções, modificações). É adoptada quando o equipamento é bastante homogéneo, isto é, não existe grande diversidade de equipamentos.

» Organização Distribuida - Existem equipas deslocalizadas geograficamente para um local que fica o mais próximo possível do equipamento onde são realizadas as intervenções. As equipas são polivalentes por forma a cobrir todas as necessidades da manutenção do equipamento instalado na área da sua responsabilidade. É adoptada quando os equipamentos estão distribuidos por grandes áreas geográficas.

» Organização por Serviço de Apoio Especializado - Existem oficinas onde estão as equipas de cada especialidade. Este sistema é aplicado vulgarmente em situações onde existe uma variedade pouco significativa de equipamentos.

A Organização mais conveniente para um determinado caso pode resultar, o que é habitual, da combinação dos três tipos acima mencionados, permitindo uma maior eficiência da Função Manutenção dentro da empresa Industrial.

O TPM integralmente implementado implica a existência de uma organização completamente diferente, que pode recorrer a uma combinação das três formas de organização acima referidas, mas que tem obrigatoriamente de integrar a produção, pois numa fase avançada, designada por manutenção autónoma, grande parte das intervenções é realizada pelos operadores das máquinas.

Quando se trata de uma empresa de reduzidas dimensões, ou em casos especiais, pode a Função Manutenção aparecer integrada na Produção. Em termos gerais a Manutenção aparece como independente da Produção.

O modelo de organização a adoptar para a Manutenção tem de se definir caso a caso, tendo sempre em atenção que este é a base de todo o funcionamento da função e que, para além disso, é uma estrutura "viva", ou seja, pode e deve evoluir com as necessidades por forma a melhorar continuamente o desempenho dessa mesma função. A Modelação Integrada da Manutenção Industrial apresenta apenas uma ferramenta para trabalhar, não apresenta o trabalho feito, ou seja, antes de iniciar a implementação do modelo é necessário proceder à definição clara e transparente de toda a organização da manutenção. Para atingir este objectivo poderá tornar-se necessário proceder à realização de um Diagnóstico à Função Manutenção, como foi já referido, por uma entidade externa, por exemplo, que apresentará a estrutura organizacional "ideal" para a função, a qual poderá, ou não, coincidir com a actual.

3.3.3 - Gestão da Manutenção

Uma vez definida a organização, é necessário Gerir a Manutenção. A Gestão da Manutenção é actualmente, em termos básicos, a Gestão dos Recursos disponíveis, o Planeamento das Intervenções de acordo com a disponibilidade dos utilizadores e o respectivo Controlo.

Existe por vezes uma tendência, principalmente por parte dos clientes da manutenção para verem a Manutenção Preventiva como um objectivo, o que não está correcto pois a Manutenção Preventiva é apenas um

dos muitos meios para se maximizar a disponibilidade dos equipamentos, pelo menor custo. Existem casos em que é mais barato para a empresa, em termos de manutenção e de produção, deixar um determinado componente partir do que efectuar qualquer intervenção de Manutenção Preventiva. Este exemplo permite concluir com relativa facilidade que actualmente a Manutenção exige uma Gestão técnica com fortes conhecimentos de Manutenção e também de Gestão.

Longe vão os tempos em que a Manutenção apenas tinha de intervir quando a máquina avariava.

A Gestão da Manutenção tem de definir claramente a Política de Manutenção que se pretende seguir a qual é constituida pelos objectivos, quantitativos ou qualitativos:

» Económicos;

» Operacionais;

» Sociais.

A Gestão da Manutenção deve:

» Optimizar os custos de manutenção, por forma a manter a sua competitividade relativamente à concorrência externa;

» Aumentar a disponibilidade dos equipamentos, melhorar a qualidade e promover a manutenção junto dos seus clientes;

» Minimizar stocks de componentes de reserva e materiais;

» Manter a aplicação informática de apoio à manutenção;

» Formar e treinar todo o pessoal

» Gerir as relações com todo o meio onde se integra, quer a nível interno quer a nível externo;

» Subcontratar quando tal for conveniente;

» Inovar e ser um motor da Gestão da Inovação e Tecnologia dentro da empresa.

A Gestão baseia-se em informação. Para existir a possibilidade de gerir a manutenção é fundamental possuir informação efectiva, actualizada e significativa. Para ser possível dispor de tal nível de informação é necessária a existência de um sistema de informação computorizado, devidamente concebido cujos dados sejam devidamente actualizados.

Informações significativas para a gestão são, por exemplo, os indicadores e os custos de manutenção. Informações sobre as taxas de avarias, ou os MTBF (Tempo Médio Entre Avarias), ou ainda os MTTR (Tempo Médio de Reparação), são alguns dos exemplos de informações significativas para a gestão da manutenção, que permitem ao gestor de manutenção agir em conformidade com os seus valores. Estes indicadores, por serem largamente difundidos, permitem estabeler comparações entre diferentes equipamentos dentro da empresa, e até mesmo entre empresas, o que, uma vez mais, se afigura como um factor que ajuda a função manutenção a demonstrar a sua qualidade.

Gerir de uma forma isolada e não integrada na organização de toda a empresa leva, em termos finais, à incapacidade de melhorar e, em termos finais, à impossibilidade de recuperar o tempo perdido o que por sua vez poderá obrigar a empresa a, gradualmente, ir transferindo para a subcontratação os trabalhos de manutenção de bens. Para que isto não ocorra é fundamental que a informação significativa, ou seja, apenas aquela que pode e deve ser analisada, seja enviada ao cliente. O sistema de informação tem de, para além de fornecer os indicadores importantes para a função manutenção, têm de fornecer indicadores fundamentais para as funções clientes, como por exemplo MTTF (Tempo Médio Para Avariar), ou ainda os tempos totais de indisponibilidade por unidade de utilização.

De acordo com esta abordagem é simples concluir que, para garantir um desempenho optimizado da função manutenção, é necessário efectuar uma gestão baseada num sistema de informação de elevada qualidade, que permita a obtenção da informação que interessa no momento certo.

3.4 - Planeamento e Controlo

Pode afirmar-se, com segurança, que uma das maiores deficiências das empresas industriais é a falta de Organização e Planeamento adequados. A Organização foi já abordada anteriormente, sendo a componente de Planeamento abordada neste ponto.

Existem várias organizações plenamente estabelecidas que caem no "erro" de terem como objectivo o estabelecimento de um plano de manutenção preventiva, o qual é encarado como a única forma de resolver todos os problemas da função manutenção. Para este facto é habitual registar-se o contributo de outras funções internas que ignoram, quase por completo, os princípios do bom funcionamento da função manutenção, preocupando-se apenas com a "importação" de ideias brilhantes, que em nada reflectem uma análise cuidada de dados colhidos durante um diagnóstico correctamente planeado.

O planeamento das acções de manutenção é um meio, e não um objectivo, de se optimizar o funcionamento da função manutenção aumentando a disponibilidade dos equipamentos e minimizando os custos.

O planeamento em manutenção tem as seguintes vantagens [18]:

» Redução dos tempos de paragem
» Racionalização dos equipamentos e peças de reserva
» Aperfeiçoamento do pessoal e melhor utilização da mão-de-obra
» Aumento do período de vida útil dos equipamentos
» Permite o controlo de todo o funcionamento da função, incluindo os custos
» Aumenta os intervalos entre falhas
» Fornece indicações sobre a conveniência da substituição dos equipamentos
» Aumenta a credibilidade da função relativamente aos seus clientes

O planeamento sem o necessário controlo torna-se apenas numa actividade geradora de mais custos e não naquilo que deve ser, isto é, numa actividade altamente benéfica e indispensável actualmente para que a empresa possa ser competitiva face aos seus concorrentes. O controlo acaba por ser a análise dos registos efectuados após ou durante a realização dos trabalhos permitindo que sejam mantidas as actividades que estão a resultar e que seja alteradas todas as que apresentam possibilidades de melhoria.

O planeamento dentro da manutenção é assegurado pela função métodos, a qual pode existir como uma entidade autónoma ou estar distribuida pelos diferentes serviços e secções integradas na Manutenção.

Na figura 3.4/1 está representado um diagrama simplificado do Ciclo de Planeamento da Manutenção. Para se interpretar correctamente este diagrama é necessário atender a que o programa de manutenção é a sequência de tarefas que são efectivamente lançadas para execução após serem analisados os diferentes planos e as requisições de intervenção que existirem.

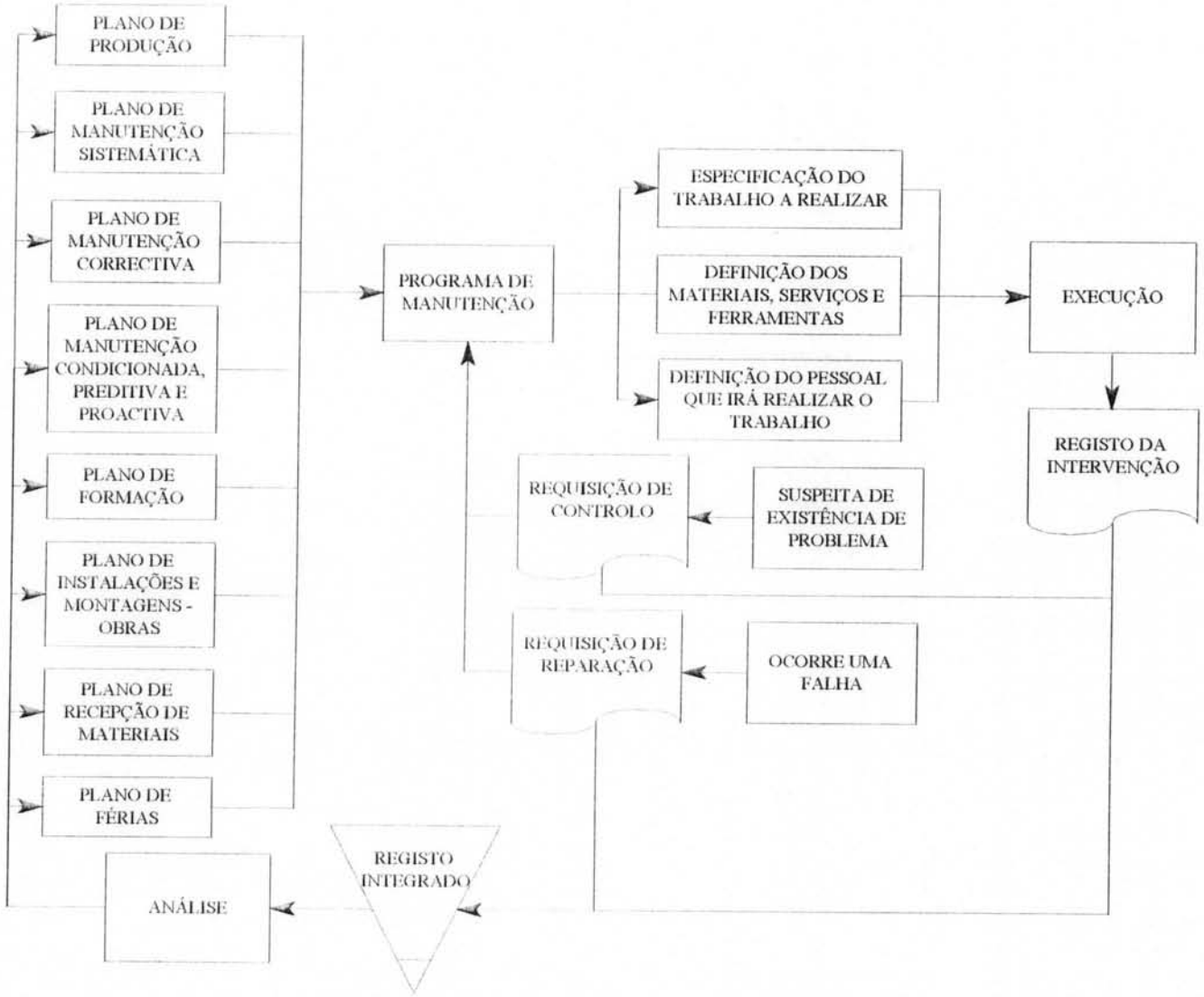


Figura 3.4/1 - Ciclo de Planeamento da Manutenção

O Plano de Produção corresponde ao plano de utilização dos meios de produção, permitindo à manutenção definir quais são as melhores alturas para a realização das intervenções, ou se terá de existir uma negociação com a produção para paragem das máquinas para que seja possível realizar as intervenções.

O Plano de Formação e o Plano de Férias da manutenção condicionam a disponibilidade dos Recursos Humanos para a realização das intervenções.

O Plano de Recepção de Equipamentos e Materiais fornece uma informação muito importante sobre os meios que devem ser disponibilizados para as montagens, no caso de equipamentos de produção, e também sobre a chegada dos materiais que serão utilizados em intervenções planeadas.

O Plano de Manutenção Sistemática, é um plano em que as intervenções são periódicas, existindo uma tolerância em termos de tempo, o que possibilita que as intervenções nele definidas sejam realizadas na ocasião mais conveniente para ambas as partes.

O Plano de Manutenção Correctiva inclui todas as actividades de manutenção, do tipo melhoramento, modificação ou reparações de avarias que tenham sido detectadas mas que não implicama paragem imediata do equipamento, que têm por objectivo diminuir ou eliminar a ocorrência de uma determinada falha.

O Plano de Manutenção Condicionada, Preditiva e Proactiva abrange intervenções periódicas, como sejam as vigilâncias do nível de vibrações de um determinado componente, integradas na manutenção Condicionada, bem como as intervenções originadas pela ultrapassagem do nível de alerta, sendo estes dados obtidos através de medição ou através da tendência desses mesmos dados, por parte de um componente, incluidas na manutenção Condiconada e Preditiva, respectivamente.

O Plano de Instalações e Montagens, inclui todos os trabalhos que são considerados obras, os quais são obrigatoriamente planeados e devidamente controlados.

Após serem levadas em consideração as intervenções indicadas pelos diferentes planos, torna-se necessário programar essas intervenções em conjunto com as intervenções pedidas através de requisições, e em seguida lança-las, ou seja , dar ordem de realização dos trabalhos. No momento do lançamento é necessários especificar o trabalho a realizar, definir correctamente quais os materiais e as ferramentas principais que serão necessárias e definir claramente quais serão os recursos humanos que terão de realizar os trabalhos, sendo habitualmente reunidos todos estes elementos em preparações dos trabalhos.

Uma vez realizados os trabalhos é necessário efectuar-se todo o registo que permitirá a realização da análise, por parte dos métodos, a qual tem por objectivo principal o controlo de todo o funcionamento do sistema, tornando possível que sejam realizadas alterações nos diferentes planos, de uma forma contínua.

Dentro de qualquer manutenção existem intervenções que pela sua duração, pela quantidade de meios que exigem, pela necessidade de coordenação a que obrigam, pela necessidade de se saber qual é o custo e o prazo de entrega, entre outras razões, são consideradas como projectos inicialmente, sendo transformados em obras no momento em que a sua execução é aprovada. Incluem-se claramente neste tipo de intervenções os projectos de melhoria de uma máquina, desde que a sua dimensão o exija, a automação de uma ou várias máquinas e a pintura de um prédio para dar apenas alguns exemplos.

Na figura 3.4/2 é apresentado o Fluxograma de Projectos e Obras. A requisição de intervenção pode ser efectuada pelos clientes da manutenção ou pela própria manutenção. Um projecto pode dar origem a uma obra desde que seja aprovada a sua execução.

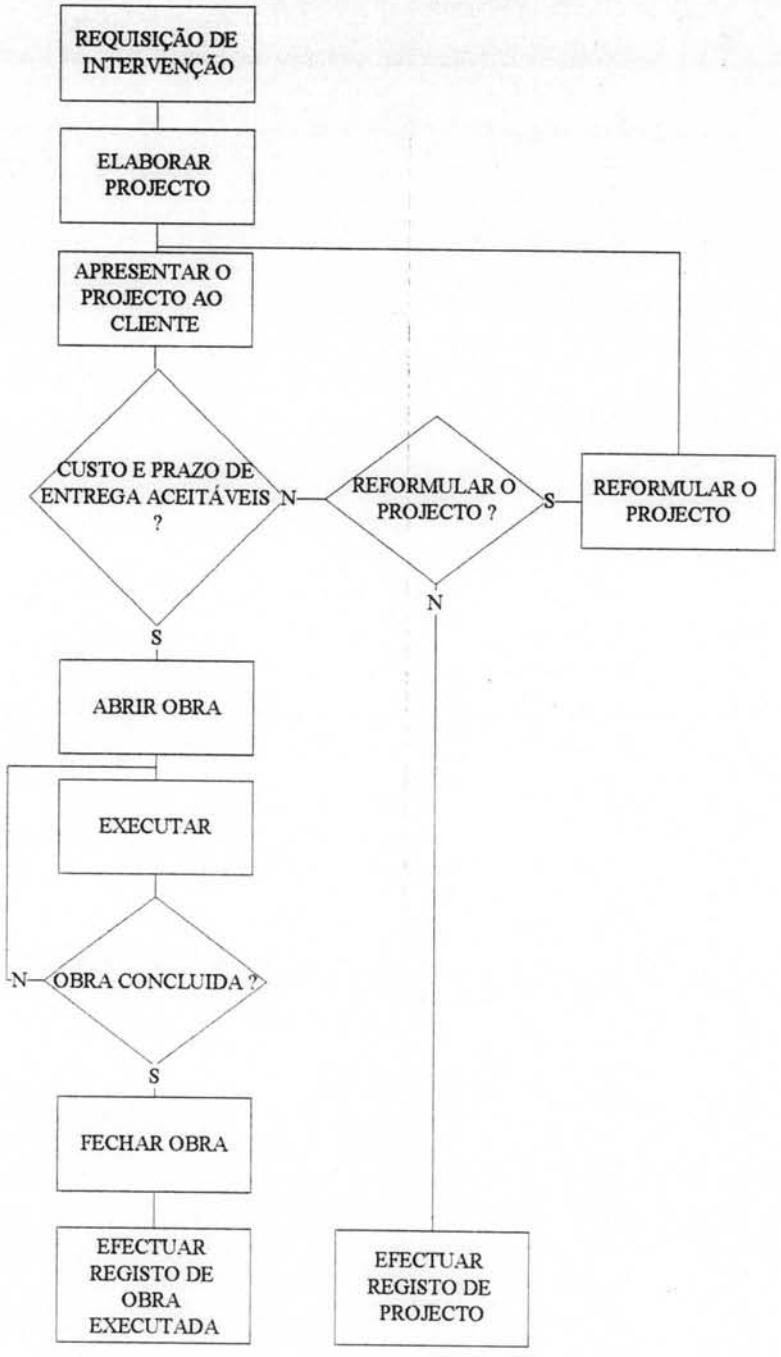


Figura 3.4/2 - Fluxograma de Projectos e Obras

A única forma de Gerir acrescentando vantagem competitiva é recorrer a uma definição clara do Ciclo de Gestão, o qual é o alicerce da metodologia de Gestão de Projectos e Obras. Gerir comporta basicamente 4 dimensões fundamentais [27]:

» **O Planeamento** - Onde queremos chegar e por onde queremos ir (Pojecto).

» **A Organização** - Os recursos necessários - organizativos, materiais, financeiros, humanos - necessários para implementarmos o que planeámos (Projecto).

» **A Direcção/Implementação** - Trata-se de coordenar a implementação do projecto (Obra).

» **O Controlo/Avaliação** - É a verificação de que, e em que medida, estão a ser alcançados e a subsequente tomada de medidas correctivas (Obra).

Na figura 3.4/3 é apresentado o Diagrama de Projectos, no qual estão apresentados os diferentes pontos que constituem a informação significativa para um projecto. Seguidamente será apresentada uma curta explicação sobre cada tipo de informação contida em cada projecto.

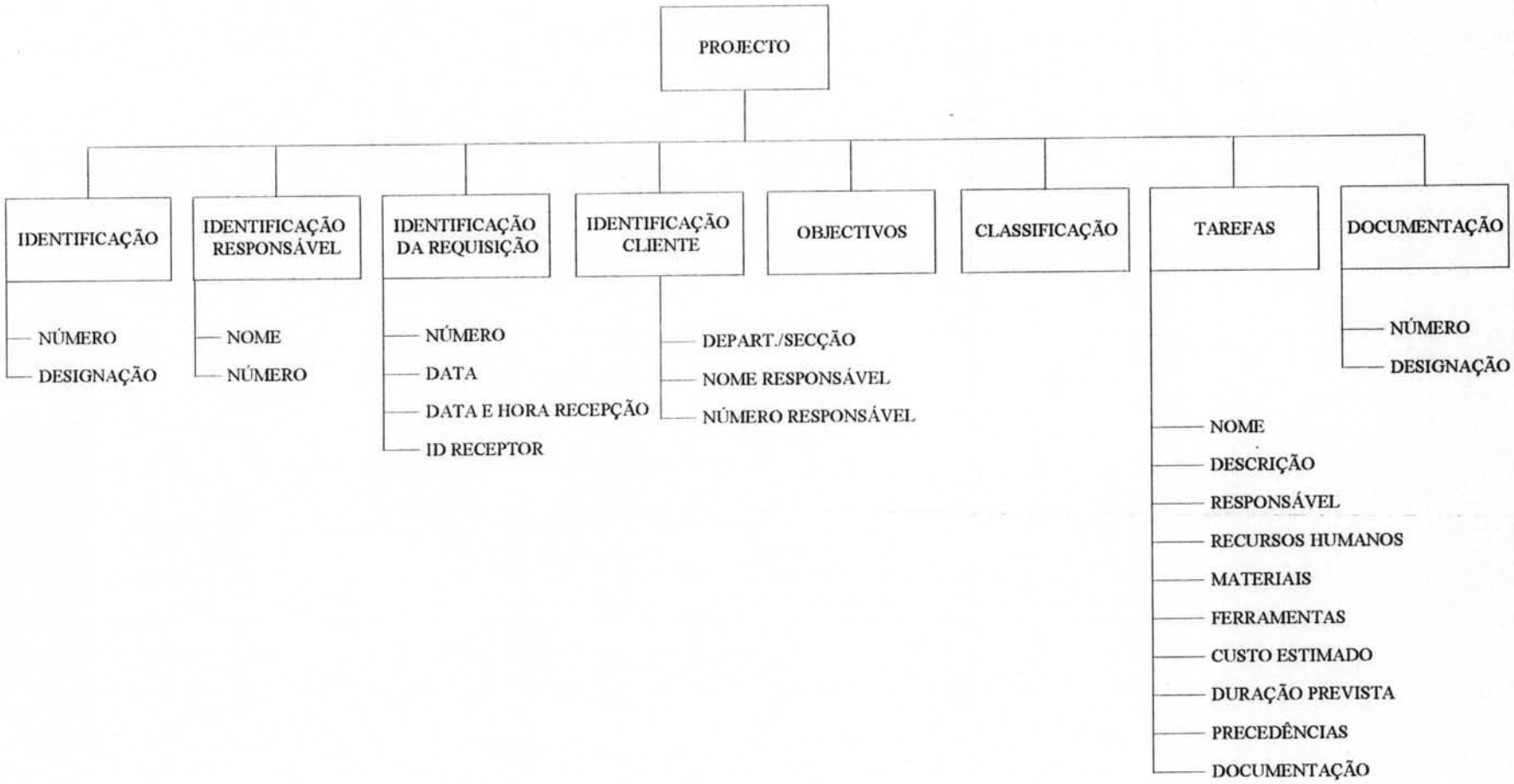


Figura 3.4/3 - Diagrama de Projectos

1 »»»» **IDENTIFICAÇÃO** - Cada projecto deve ser devidamente identificado, à semelhança de cada ser humano por forma que não exista qualquer possibilidade de troca de identidade e também que seja possível arquivar toda a documentação de um modo lógico, permitindo uma pesquisa rápida e fácil de toda essa documentação.

1.1 - Número - Número correspondente à numeração sequencial, habitualmente re-iniciada em cada novo ano, dado que o ano integra o próprio número.

1.2 - Designação - Designação que é atribuida ao projecto. Como exemplos podemos referir a Automação da Máquina de Branquear, a Montagem da Râmula ou ainda a Reparação do Telhado da Tinturaria.

2 »»»» **IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL** - Existe sempre um responsável principal por qualquer projecto que seja concebido na manutenção. Este responsável tem de estar perfeitamente identificado para que seja possível fazer com que o projecto seja devidamente elaborado. O responsável pelo projecto é o elemento mais importante dentro de um projecto sendo a pessoa a quem se irão atribuir responsbilidades no que de bom e de mau se projectou.

2.1 - Nome - Nome do responsável pelo projecto dentro da manutenção

2.2 - Número - Número interno do responsável pelo projecto dentro da manutenção.

3 »»»» **IDENTIFICAÇÃO DO CLIENTE** - Um projecto tem sempre um cliente interno cuja identificação deve ser registada neste ponto.

3.1 - Departamento/secção - Designação do departamento e/ou da secção cliente do projecto.

3.2 - Nome do Responsável - Nome do responsável pelo projecto dentro do departamento / secção do cliente

3.3 - **Número do Responsável** - Número interno do responsável pelo projecto dentro do departamento/secção do cliente

4 »»»» **OBJECTIVOS** - A definição clara de todos os objectivos que se pretendem alcançar com a realização de qualquer tarefa é fundamental para o êxito de um projecto. Neste ponto devem ser listados todos os objectivos que irão condiconar toda a realização do projecto.

5 »»»» **TAREFAS** - Neste ponto devem ser definidas as diferentes tarefas que será necessário executar para que os objectivos definidos sejam alcançados. Os pontos que são apresentados têm de ser definidos para cada tarefa.

5.1 - **Nome** - Nome atribuido à tarefa. O nome atribuido à tarefa permite identificar de um modo resumido qual é o conjunto de trabalhos incluido nessa tarefa.

5.2 - **Descrição** - Descrição completa dos trabalhos necessários em cada tarefa.

5.3 - **Responsável** - Identificação do responsável pela realização da tarefa. Cada tarefa tem de ter claramente um responsável pela sua realização, seja interno ou externo, para que seja possível efectuar o controlo necessário.

5.4 - **Recursos Humanos** - Recursos humanos necessários para a realização da tarefa. Podem ser internos ou externos, ficando dependente esta escolha de vários factores, como por exemplo, a existência de especialistas que estejam habilitados a executar o trabalho ou a existência de disponibilidade para a execução, por parte dos recursos humanos internos.

5.5 - Materiais - Materiais e equipamentos necessários para a realização da tarefa (deve ser especificada a data em que cada material necessário à realização da tarefa deve ser entregue).

5.6 - Ferramentas - Principais ferramentas que serão utilizadas para a realização da tarefa. Torna-se necessário especificar também quem fornece a ferramenta, quando é necessária, durante quanto tempo e quem irá ser responsável pela sua utilização. As ferramentas são na maioria dos projectos uma componente que se torna indispensável utilizar devidamente para que seja possível atingir os seus objectivos.

5.7 - Duração Prevista - Tempo previsto para a realização da tarefa. Só com uma correcta estimação da duração de cada tarefa é possível encontrar a menor duração possível para a execução de um projecto, pelo que é fundamental ponderar todas as possibilidades antes de preencher este ponto.

5.8 - Precedências - Definição clara da ou das tarefas que precedem a presente tarefa, por forma que seja possível estabelecer um encadeamento das diferentes tarefas dentro do projecto, ficando definido quais as tarefas que terão de estar concluidas antes desta se iniciar.

5.9 - Custo Estimado - Custo estimado para a realização da tarefa.

5.10 - Documenatção - Documentação técnica necessária para a relização da tarefa. Pode incluir também procedimentos, instruções e normas.

6 »»»» **IDENTIFICAÇÃO DA REQUISIÇÃO** - Um dos pontos mais importantes em qualquer sistema de informação é a garantia da rastreabilidade. Através do conhecimento da requisição que nos foi entregue pelo nosso cliente é possível ter acesso a uma quantidade de informação que se afigura importante para a gestão da manutenção.

6.1 - Número - Número atribuido pelo cliente à respectiva requisição.

6.2 - Data - Data da requisição do cliente. O seu registo é importante para permitir que não haja dúvidads quanto à identificação da requisição e para que exista uma análise da concordância relativamente aos diferentes eventos do projecto.

6.3 - Data e Hora de Recepção - Data e hora de recepção da requisição. O receptor da requisição indica claramente a data e hora de recepção da requisição por forma a permitir saber qual foi o atraso na resposta da manutenção ao pedido de elaboração de projecto.

6.4 - Identificação do Receptor - Identificação do técnico de manutenção que recebeu a requisição. Esta informação permite rastrear todo o processo de elaboração do projecto

7 »»»» **DOCUMENTACÃO** - Um projecto gera e prevê a utilização de documentação, pelo que é necessário saber qual é e onde está a diferente documentação ligada ao projecto na sua globalidade. A referenciação à documentação que se prevê utilizar, ou que se utilizou ou gerou a elaboração de um projecto permite disponibilizar, ou tornar acessível de um modo rápido, essa mesma documentação.

7.1 - Designação - Designação do documento. Como exemplo podemos referir "Esquema Eléctrico Global"

7.2 - Número - Número sequencial interno do documento.

8 »»»» CLASSIFICACÃO - Um projecto deve ter uma determinada classificação em função dos seus objectivos. Existem projectos de investimento e de manutenção, para dar apenas dois exemplos. Esta classificação vais permitir calcular indicadores significativos para a gestão da manutenção.

Na figura 3.4/4 é apresentado o Diagrama de Obras, no qual estão apresentados os diferentes pontos que constituem a informação significativa para uma obra. Como foi anteriormente mencionado o Projecto aprovado

converte-se em Obra, pelo que os pontos tratados são semelhantes. Seguidamente será apresentada uma curta explicação sobre cada tipo de informação contida dentro de cada obra.

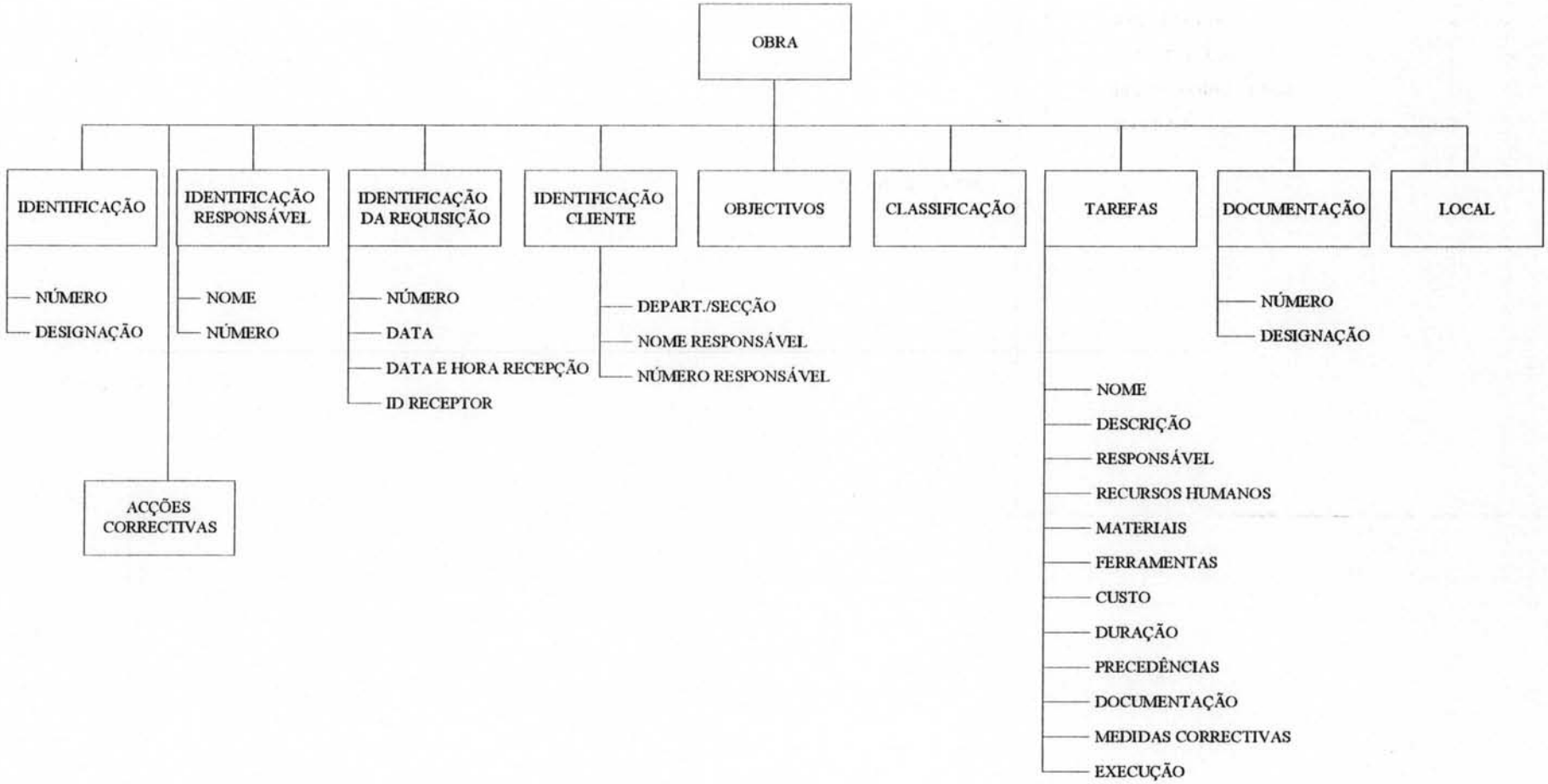


Figura 3.4/4 - Diagrama de Obras

1 »»»» **IDENTIFICAÇÃO** - Cada obra deve ser devidamente identificada, à semelhança de cada ser humano por forma que não exista qualquer possibilidade de troca de identidade e também que seja possível arquivar toda a documentação de um modo lógico, permitindo uma pesquisa rápida e fácil de toda essa documentação.

1.1 - Número - Número correspondente à numeração sequencial, habitualmente re-iniciada em cada novo ano, dado que o ano integra o próprio número. Deve integrar o número do projecto que lhe deu origem para garantir a rastreabilidade.

1.2 - Designação - Designação que é atribuida à obra e que foi dada anteriormente ao projecto. Como exemplos podemos referir a Automação da Máquina de Branquear, a Montagem da Râmula ou ainda a Reparação do Telhado da Tinturaria.

2 »»»» **IDENTIFICAÇÃO DO RESPONSÁVEL** - Existe sempre um responsável principal por qualquer obra que seja concebida na manutenção. Este responsável tem de estar perfeitamente identificado para que seja possível fazer com que a obra seja devidamente realizada e as responsabilidades possam ser atribuidas.

2.1 - Nome - Nome do responsável pela obra dentro da manutenção

2.2 - Número - Número interno do responsável pela obra dentro da manutenção.

3 »»»» **IDENTIFICAÇÃO DO CLIENTE** - Uma obra, como o projecto que lhe deu origem, tem sempre um cliente interno cuja identificação deve ser registada neste ponto.

3.1 - Departamento/secção - Designação do departamento e/ou da secção cliente da obra.

3.2 - Nome do Responsável - Nome do responsável pela obra dentro do departamento/secção do cliente

3.3 - Número do Responsável - Número interno do responsável pela obra dentro do departamento/secção do cliente

4 »»»» **OBJECTIVOS** - A definição clara de todos os objectivos que se pretendem alcançar com a realização de qualquer tarefa é fundamental para o êxito de uma obra, à semelhança do que acontece com o projecto que lhe deu origem. Neste ponto devem ser listados todos os objectivos que irão condiconar toda a realização da obra.

5 »»»» **TAREFAS** - Neste ponto devem são definidas as diferentes tarefas que é necessário executar para que os objectivos definidos sejam alcançados. Os pontos que são apresentados têm de ser definidos para cada tarefa. O acompanhamento e controlo da realização das tarefas tem de ser efectuado. Este controlo implica a existência de um histórico por tarefa.

5.1 - Nome - Nome atribuido à tarefa. O nome atribuido à tarefa permite identificar de um modo resumido qual é o conjunto de trabalhos incluido nessa tarefa.

5.2 - Descrição - Descrição completa dos trabalhos necessários em cada tarefa.

5.3 - Responsável - Identificação do responsável pela realização da tarefa. Cada tarefa tem de ter claramente um responsável pela sua realização, seja interno ou externo, para que seja possível efectuar o controlo necessário.

5.4 - Recursos Humanos - Recursos humanos necessários para a realização da tarefa. Podem ser internos ou externos, ficando dependente esta escolha de vários factores, como por exemplo, a existência de especialistas que estejam habilitados a executar o trabalho ou a existência de disponibilidade para a

execução, por parte dos recursos humanos internos. É acompanhado do registo de todas as horas que os diferentes recursos humanos debitam à obra.

5.5 - Materiais - Materiais e equipamentos necessários para a realização da tarefa. Vários dados históricos têm de ser devidamente registados para cada material, tais como:

. Proposta escolhida (quando existe processo de consulta) - Indicação da identificação do fornecedor, número da proposta, tipo/modelo/referência/marca do material, prazo de entrega e preço. Deve existir uma ligação clara ao processo de compra respectivo.

. Data de entrega, identificação do receptor, condições de recepção.

. Data em que foi iniciada e concluida a sua instalação ou utilização na obra.

5.6 - Ferramentas - Principais ferramentas que serão utilizadas para a realização da tarefa. Torna-se necessário especificar também quem fornece a ferramenta, quando é necessária, durante quanto tempo e quem irá ser responsável pela sua utilização. As ferramentas são na maioria das obras um componente que se torna indispensável utilizar devidamente para que seja possível atingir os seus objectivos. É necessário proceder ao registo de vários dados históricos, por ferramenta, tais como:

. Proposta escolhida (quando existe processo de consulta) - Indicação da identificação do fornecedor, número da proposta, tipo/modelo/referência/marca da ferramenta, prazo de entrega e preço. Deve existir uma ligação clara ao processo de compra/aluguer respectivo.

. Data de entrega, identificação do receptor, condições de recepção.

. Data em que foi iniciada e concluida a sua utilização na obra.

. Data de devolução (no caso de aluguer), identificação de quem devolveu, condições de devolução, identificação de quem recebeu a devolução.

. Custo debitado à obra.

5.7 - Custo - Custo estimado para a realização da tarefa. Em termos finais é registado o custo total efectivo da tarefa.

5.8 - Duração - A duração prevista é o tempo previsto para a realização da tarefa. Só com uma correcta estimação da duração de cada tarefa é possível encontrar a menor duração possível para a execução de uma obra, pelo que é fundamental ponderar todas as possibilidades antes de preencher este ponto. É fundamental registar em termos finais a duração efectiva da tarefa após a sua conclusão.

5.9 - Precedências - Definição clara da ou das tarefas que precedem a presente tarefa, por forma que seja possível estabelecer um encadeamento das diferentes tarefas dentro da obra, ficando definido quais as tarefas que terão de estar concluidas antes desta se iniciar.

5.10 - Documenatção - Documentação técnica necessária para a relização da tarefa. Pode incluir também procedimentos, instruções e normas.

5.11 - Medidas Correctivas - As medidas adoptadas para permitir corrigir a execução de uma tarefa por forma que seja cumprido o prazo inicialmente planeado deverão ser perfeitamente controladas passando a constituir subtarefas das tarefas que têm de ser corrigidas, pelo que todos os dados relevantes são semelhantes aos de uma tarefa normal.

5.12 - Execução - Neste ponto deve existir, sempre a percentagem de execução da tarefa, bem como o tempo de atraso que tem relativamente ao planeado. É registada em histórico, com a periodicidade que se pretender, a percentagem de execução da tarefa.

6 »»»» **IDENTIFICAÇÃO DA REQUISIÇÃO** - Um dos pontos mais importantes em qualquer sistema de informação é a garantia da rastreabilidade. Através do conhecimento da requisição que nos foi entregue pelo nosso cliente é possível ter acesso a uma quantidade de informação que se afigura importante para a gestão da manutenção.

6.1 - Número - Número atribuido pelo cliente à respectiva requisição.

6.2 - Data - Data da requisição do cliente. O seu registo é importante para permitir que não haja dúvidads quanto à identificação da requisição e para que exista uma análise da concordância relativamente aos diferentes eventos da obra.

6.3 - Data e Hora de Recepção - Data e hora de recepção da requisição. O receptor da requisição indica claramente a data e hora de recepção da requisição por forma a permitir saber qual foi o atraso na resposta da manutenção ao pedido de execução da obra.

6.4 - Identificação do Receptor - Identificação do técnico de manutenção que recebeu a requisição. Esta informação permite rastrear todo o processo de execução da obra.

7 »»»» **LOCAL** - A definição do local onde se irá realizar a obra deve ser claramente definido, podendo, se for o caso, ser indicados vários locais, os quais correspondem às diferentes tarefas a executar.

8 »»»» **ACÇÕES CORRECTIVAS** - As acções correctivas ao nível do projecto, não das tarefas, e a respectiva implementação têm de ser sujeitas a um processo claro de definição, planeamento e controlo, por forma a garantir o seu cumprimento.

9 »»»» **CLASSIFICAÇÃO** - Uma obra deve ter uma determinada classificação em função dos seus objectivos. Existem obras de investimento e de manutenção, para dar apenas dois exemplos. Esta classificação vais permitir calcular indicadores significativos para a gestão da manutenção.

10 »»»» **DOCUMENTAÇÃO** - Uma obra gera documentação, pelo que é necessário saber qual é e onde está a diferente documentação ligada à obra na sua globalidade. A referenciação à documentação que se prevê utilizar, ou que se utilizou ou gerou numa determinada obra permite disponibilizar, ou tornar acessível de um modo rápido, essa mesma documentação.

7.1 - Designação - Designação do documento. Como exemplo podemos referir a "Planta do Edifício", ou o "Esquema Eléctrico.

7.2 - Número - Número sequencial interno do documento.

4 - O MODELO ORIENTADO AO OBJECTO DA MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

4.1 - Introdução

Ao longo das duas últimas décadas a introdução dos computadores em todas as áreas da vivência humana tem permitido atingir níveis de desempenho impensáveis anteriormente.

Ainda há poucos anos para se comandar uma máquina já bastante automatizada era necessário um autómato programável, um conjunto de controladores de processo e um painél sinóptico, que habitualmente tinha uma dimensão razoável, o qual possuia invariavelmente uma enorme quantidade de botões de comando.

Após isto apareceram os primeiros computadores adaptados ao controlo do processo. O software de aplicação destes computadores corria em MS-DOS e era habitualmente desenvolvido à medida e implementado em C ou Pascal com algumas rotinas em Assembly. Comunicar com o que quer que fosse era seguramente um problema, principalmente devido à inexistência, ou à falta de adeptos, de protocolos normalizados. A manutibilidade e a reutilisabilidade do software eram praticamente inexistentes. O autor do software era visto como um verdadeiro especialista. Actualmente, para dar um pequeno mas significativo exemplo, existe apenas um monitor "touch-screen" ligado, ou integrado num PC industrial, a correr um software standard, habitualmente em ambiente windows, o qual foi desenvolvido através de um pacote de software de construção do interface com o utilizador de fácil utilização o qual integra o sistema de definição de variáveis. A capacidade de comunicação destes pacotes de software, por exemplo através do Net-DDE é notável, uma vez que alia à facilidade de configuração e utilização a fiabilidade da comunicação.

A informática tem hoje um papel na sociedade que acaba por fazer dele o suporte do mundo moderno. Seria inconcebível, hoje em dia, estar à espera num aeroporto que fosse realizada a confirmação, via telefónica, de uma reserva para um determinado voo. Não é sustentável, para os níveis salariais actuais, que um sistema de planeamento, controlo e registo de produção de uma grande empresa seja realizado de uma forma manual, pois dessa forma a empresa em pouco tempo iria ter problemas no que respeita aos custos, dados os encargos que teria com pessoal acrescidos do inevitável atraso que a informação teria relativamente à recolha dos dados, o que atrasaria todas as tomadas de decisões.

Estamos na era da informação principalmente porque o centro principal do trabalho humano tem vindo a deslocar-se "das mãos para a mente". A crescente automação das máquinas tem vindo a exigir menos dos operadores de produção em termos dos conhecimentos que têm de ter da máquina e cada vez mais no que respeita aos conhecimentos para trabalhar com computadores. O TPM vem de certa forma alterar esta caminhada uma vez que tem como consequência final o conhecimento integral que o operador tem da "sua" máquina, sendo por isso uma das mais importantes técnicas que actualmente se está a aplicar em manutenção industrial.

Com a crescente competitividade foi aumentando a necessidade de ter informação clara, simples, significativa e actualizada por forma que qualquer decisão que seja tomada tem forçosamente de estar devidamente fundamentada. Esta disponibilidade da informação só pode ser obtida através do recurso a meios informáticos capazes.

No caso da manutenção foi já percorrido um longo caminho que passou, como noutras áreas, pelo software desenvolvido à medida em grandes sistemas, os quais possibilitavam a "maravilha da utilização em rede", ou pelo software desenvolvido à medida para cada cliente para correr num único PC. Desta forma não existia qualquer hipótese de reutilizar o software.

Os pacotes de software de gestão de manutenção mais avançados que existem actualmente permitem quase tudo, conforme foi já referido anteriormente. A difusão e o processamento da informação de uma forma

rápida, fácil e segura, aliada a uma enorme capacidade de armazenamento de informação, convém lembrar que 1 GB era uma capacidade apenas possível nos discos rígidos dos grandes sistemas, isto para referir apenas o que se passava no início da década, vieram alterar por completo a forma como a informatização da manutenção deve ser abordada. Facilidades inimagináveis começam a generalizar-se nos pacotes de software que são oferecidos, como por exemplo a integração de imagens de vídeo, acompanhadas de som para explicar ao técnico de manutenção a forma de executar uma determinada tarefa, ou ainda a possibilidade de ter diferentes bases de dados espalhadas por diferentes postos dentro de uma rede de PC's ou ainda a ligação on-line a sistemas de máquinas permitindo o registo em tempo real das ocorrências registadas na máquina. A capacidade de integração de aplicações a correr sobre uma mesma plataforma, permite de uma forma simples estabelecer uma série de comunicações entre várias aplicações a correr no mesmo posto ou em postos diferentes, permitindo encurtar de uma forma eficaz toda e qualquer distância.

No que respeita ao software auxiliar de intervenções, uma das maiores ajudas para a manutenção, e que actualmente tem sido considerada em praticamente todas as máquinas é a possibilidade de efectuar telemanutenção de PLC's a partir de um posto situado remotamente. Evoluções futuras irão permitir integrar na telemanutenção, através do RDIS e da internet, imagens e som, bem como a possibilidade de comunicação com o PLC e também com o PC de comando da máquina, permitindo dessa forma que o trabalho de reparação remota seja uma realidade.

A simulação e o diagnóstico inteligente de avarias são dois dos pontos que irão tornar a manutenção gradualmente mais dependente do computador. Ambas as técnicas necessitam de uma grande capacidade de processamento e de armazenamento o que inviabilizava a sua aplicação anteriormente. A crescente capacidade e rapidez de processamento e armazenamento, aliadas ao espantoso desenvolvimento das redes neuronais tem vindo a permitir uma grande evolução nestas técnicas que serão, sem sombra de dúvidas, as ferramentas principais de qualquer técnico de manutenção

A evolução que está a existir actualmente afigura-se como irreversível e irá permitir dentro em breve que quando o cliente recebe uma máquina receba também toda a documentação necessária em diskette, ou CD, ou através do FTP da Internet, na qual vem incluido o plano completo de manutenção preventiva, a lista de todos os componentes da máquina, os esquemas eléctricos, as instruções de manutenção com vídeo, audio e desenhos, os manuais técnicos dos equipamentos e o sistema de diagnóstico inteligente de avarias.

Toda esta evolução quer ao nível do software de gestão da manutenção , quer ao nível do software auxiliar de intervenção implica a necessidade da existência de um modelo claro, flexível e dinâmico por forma que o funcionamento da manutenção seja o mais evolutivo possível às alterações que vão surgindo obrigatoriamente.

De acordo com o dicionário um modelo é uma "imagem ou desenho que representa o objecto que se pretende reproduzir", o que acaba por confirmar a ideia de que um modelo é uma forma de recriar virtualmente a realidade. Qualquer sistema informático se baseia num modelo da realidade para fazer criar uma aplicação. O modelo da manutenção como espelho rigoroso da realidade tem como função principal ser a base da aplicação de gestão da manutenção, ou do software de gestão da manutenção assistida por computador, o que significa que deve ser desenvolvido com a máxima atenção e ser suficientemente flexível para se adaptar às alterações que a sociedade actual exige.

4.2 - A Abordagem Orientada ao Objecto da Manutenção

Os custos de qualquer projecto de desenvolvimento de software estão relacionados com os seguintes factores principais:

- Falta de possibilidade de reutilização do *design* e do próprio software
- Impossibilidade de efectuar adaptações do software às constantes alterações de requisitos
- Falta de modularidade
- *Design* extremamente complexo sem justificação

Contudo o custo global de um projecto de desenvolvimento de software integra também a fase de manutenção, a qual tem um peso enorme nos custos do projecto, podendo chegar a 80 % [17].

Se a todos estes custos ainda acrescentarmos os inerentes ao melhoramento posterior do software então temos uma ideia clara do que se gasta num programa de software desde o seu projecto até à sua utilização.

Poupar dinheiro é um dos primeiros objectivos de qualquer responsável pelo desenvolvimento de software. Para obter uma efectiva redução dos custos de qualquer projecto de software torna-se necessário combater de uma forma enérgica os problemas geradores de custos. A melhor abordagem a que actualmente se pode recorrer para minimizar todos os custos de um projecto é a orientada ao objecto.

O ciclo de vida de qualquer software é composto pelas fases de análise, *design* e implementação [17]. A abordagem orientada ao objecto da manutenção diz apenas respeito à fase de análise que é onde realmente podemos encontrar a parte mais difícil de todo o desenvolvimento de software, ou seja a definição da sua essência, isto devido à complexidade inerente do problema.

A abordagem orientada ao objecto da manutenção para além de permitir uma efectiva redução dos custos de um projecto de desenvolvimento de software de gestão da manutenção industrial permite que qualquer empresa industrial crie o modelo de si própria o que possibilita a gestão eficaz de equipamentos. Esta abordagem tem como ponto forte o seu direccionamento para a conceptualização da realidade de uma empresa em vez de se preocupar com os detalhes de implementação.

O "segredo" de qualquer sistema de informação de manutenção, mesmo que seja baseado em registos em papel, não é a forma como se põe em prática mas sim o conjunto de conceitos que o sustentam. Esta técnica é um processo conceptual que permite que exista uma independência absoluta entre a abordagem na fase de análise e a sua implementação. Desta forma é fácil concluir que esta técnica acaba por ser uma nova forma de pensar aplicada à manutenção e não algo que tem a ver com uma técnica de programação.

A possibilidade de reutilizar o modelo, ou parte dele, as vezes que for necessário permite a obtenção rápida de uma amortização do investimento inicial no software. Para que exista esta possibilidade é necessário que os conceitos e os módulos estejam realmente bem entendidos e definidos. Como exemplo podemos dizer que qualquer empresa industrial tem de ter determinadas máquinas para cumprir uma determinada função por forma a produzir um produto. Essa máquina específica acaba por estar integrada numa entidade chamada processo produtivo e como tal deve ser considerado um objecto. Se esse objecto máquina for transferido para um outro processo produtivo dentro da mesma empresa o objecto será o mesmo, podendo contudo ter outras características de funcionamento, ou utilização. Desta forma obtém-se uma capacidade clara e simples de utilização de entidades do tipo objecto que já existem e que apenas têm de ser ligadas de uma nova forma.

A reutilização acaba por colocar questões inerentemente relacionadas com as mentalidades uma vez que exige uma atitude essencialmente de reflexão e ponderação sobre a representação virtual da realidade. Só com um espírito aberto e completamente preparado para a mudança, melhoria contínua e consequente insatisfação permanente é que se consegue criar um modelo de representação fiel da realidade que, por isso, permite a reutilização. Não é suficiente ter **um** modelo orientado ao objecto, é necessário ter **o** modelo orientado ao objecto da manutenção.

Uma empresa, como aliás qualquer realidade, é composta por entidades sejam tangíveis, como por exemplo uma máquina ou intangíveis como por exemplo uma intervenção. No modelo orientado ao objecto cada entidade anteriormente referida constitui um objecto. Um objecto tem componentes de dados, como por exemplo o estado em que se encontra a máquina e componentes funcionais, como por exemplo o comportamento da máquina a altas velocidades.

Os objectos estabelecem comunicação entre si através de mensagens. Os objectos são por sua vez agrupados em classes quando partilham características semelhantes.

As classes de objectos são associadas hierarquicamente, criando superiormente as superclasses, permitindo que os objectos que estão nas classes inferiores herdem os seus atributos.

Existe ainda alguma polémica em torno das características necessárias para uma abordagem orientada ao objecto, admitindo-se geralmente quatro aspectos principais: identidade, classificação, polimorfismo e hereditariedade [15].

A *identidade* significa que os dados são representados por entidades distintas e discretas chamadas objectos. Os objectos podem ser concretos, como uma máquina ou conceptuais, como uma intervenção. Dois objectos são diferentes, ou seja têm uma identidade própria, mesmo que todos os seus atributos sejam iguais, como acontece com dois gémeos verdadeiros com o mesmo nome. Cada objecto dentro de uma linguagem de programação tem um "handle", através do qual ele pode ser exclusivamente identificado.

O termo *classificação* significa que objectos que possuem a mesma estrutura de dados (atributos) e o mesmo comportamento (operações), são agrupados numa classe. A classe é uma abstracção que descreve propriedades importantes para uma aplicação e ignora todo o resto. Cada objecto é uma instanciação de uma classe de objectos, tendo o primeiro valores próprios para cada atributo e ou métodos próprios, sendo os nomes dos atributos e das operações iguais para todas as instanciações da classe.

O *polimorfismo* representa o conceito que afirma que uma operação pode ter diferentes comportamentos quando está integrada em classes de objectos diferentes. Uma operação é uma acção ou transformação que um objecto executa ou a que é sujeito. Uma implementação específica de uma operação, por uma determinada classe, é um método

A *hereditariedade* é a partilha dos atributos e operações entre classes baseado na relação hierárquica. Uma classe pode ser definida de um modo mais lato e depois ser definida de forma estritamente crescente em subclasses. Cada subclasse herda tocas as propriedades da superclasse e pode ter as suas próprias. Este aspecto da orientação ao objecto é uma das suas maiores vantagens, uma vez que reduz claramente a necessidade de realizar repetições.

Existem alguns outros conceitos que se afiguram como fulcrais para qualquer modelação orientada ao objecto e que são [15]:

- *Abstracção* - Consiste na concentração de esforços ou na focalização nos aspectos essenciais de uma entidade e ignorar as suas propriedades acidentais. Interessa considerar e concentrar as atenções no que o objecto é e faz. A utilização da abstracção significa que, por exemplo durante a análise, apenas são considerados aspectos do domínioo da aplicação sendo completamente ignorados os aspectos relacionados com a implementação nalguma linguagem.
- *Encapsulation e Esconder Informação* - Significa que existe uma separação entre os aspectos externos de um objecto, os quais são acessíveis a outros objectos, e os detalhes internos de implementação do objecto, os quais são escondidos dos restantes objectos do modelo. Este importante aspecto permite que um objecto possa ser alterado sem que isso tenha qualquer interferência nas aplicações que o utilizam.
- *Combinação de Dados e Comportamentos* - A entidade que chama uma determinada operação não necessita de considerar quantas implementações de uma operação é que existem. Não é necessário repetir a escolha de um procedimento sempre que a operação é chamada no programa de aplicação.

Este aspecto significa que contrariamente à abordagem convencional na qual existem a hierarquia da estrutura de dados e a de procedimentos, na abordagem orientada ao objecto tudo está integrado na hierarquia de classes definida no modelo de objectos.

- *Partilha* - A modelação orientada ao objecto promove a partilha a diferentes níveis. A partilha de código através da utilização da hereditariedade é uma vantagem clara das linguagens de progrmação orientada ao objecto. Este aspecto permite, para além da poupança em código, a clareza conceptual devida ao reconhecimento que operações diferentes são na realidade a mesma coisa.
- *Dar Enfase à Estrutura do Objecto e não à Estrutura do Procedimento* - A modelação orientada ao objecto foca-se na especificação do que é o objecto e não como ele é usado.
- *Sinergia* - A utilização dos conceitos principais da metodologia, identidade, classificação, polimorfismo e hereditariedade, os quais se complementam, permitem a obtenção de vantagens que derivam do contributo sinergético desses aspectos.

A abordagem orientada ao objecto permite atingir uma normalização da lógica através do desenvolvimento de hierarquias de classes genéricas em direcção ao topo da árvore e de especialização crescente em direcção à base.

As vantagens claras desta abordagem são resumidamente apresentadas [17]:

- **Gestão Mais Fácil de Sistemas Complexos** - O sistema de gestão da manutenção é um sistema de elevada complexidade uma vez que implica a criação de um modelo de todos os bens da empresa, apresentando uma faceta de grande necessidade de estabelecimento de ligações com outros departamentos, para além da necessidade de integrar obrigatoriamente a comunicação com sistemas proprietários para apoio a determinadas tarefas específicas. A definição lógica ao nível do objecto permite que a complexidade do sistema no seu todo seja reduzida pois este é partido em bocados, de tal modo que é conceptualmente mais fácil de entender uma vez que reflecte de uma forma fiel o que existe no mundo real.
- **Fiabilidade e Facilidade de Alteração** - A modularidade criada por um objecto reduz os efeitos de uma alteração no software. A única informação que está disponível para o programador é a lista de mensagens que podem ser enviadas para um objecto e as respectivas respostas que este pode dar, o que possibilita alterar a lógica dentro de um objecto sem que essa alteração tenha qualquer influência sobre os restantes objectos.
- **Reutilização de Software** - A modularidade dos objectos combinada com a abstracção no processo de *design*, onde as características de um conjunto de objectos são extraídas, permite ter módulos de software mais reutilizáveis. A hereditariedade é responsável em grande parte pela enorme capacidade de reutilização do software criado num programa implementado numa linguagem orientada ao objecto. Existem exemplos de reduções de tempos de desenvolvimento de uma aplicação em cerca de 60 % [17], devido à possibilidade de reutilização de software que a programação orientada ao objecto permite.

De uma forma sintética podemos afirmar que a flexibilidade e o poder de uma representação de dados sob a forma de objectos combinada com uma fácil integração da aplicação, aliada a uma possibilidade forte de reutilização fazem com que a abordagem orientada ao objecto da manutenção seja aquela que actualmente oferece maiores vantagens a todos os níveis.

O modelo integrado da manutenção industrial é em termos finais um modelo permanentemente não acabado uma vez que as constantes alterações que se registam actualmente nas empresas fazem com que as necessidades sejam também constantemente mudadas. Desta forma o modelo criado apenas contempla uma parte, provavelmente a maior parte, dos requisitos de um sistema de gestão da manutenção assistida por

computador. O modelo permite no entanto construir a realidade da empresa de uma forma virtual e manter actualizada essa mesma realidade.

4.3 - A TÉCNICA OMT - Object Modeling Technique

Uma das dificuldades que ainda existem na modelação orientada ao objecto é a inexistência de uma notação padrão para traduzir as propriedades do *design* orientado ao objecto. Dada a existência deste problema torna-se necessário, sempre que se inicia uma modelação, escolher a notação mais conveniente.

Existem actualmente uma grande diversidade de métodos diferentes de análise e *design* orientado ao objecto. De todas as existe uma que sobressai, para a modelação integrada da manutenção industrial e que é a OMT. Este método permite uma abordagem mais evolutiva relativamente à análise e ao *design* estruturados, dado que utilizam, embora com uma perspectiva completamente diferente, as mesmas ferramentas. Deste modo torna-se possível construir um modelo orientado ao objecto da manutenção industrial que pode inclusivamente ser implementado com linguagens de programação não orientadas ao objecto e recorrendo a pacotes de software de manutenção já existentes, desde que garantam determinadas características.

A metodologia consiste basicamente na construção de um modelo do domínio da aplicação ao qual são adicionados detalhes de implementação durante a fase de *design* do sistema.

As fases da OMT são as seguintes [15]:

1- **Análise** - A partir da situação que se pretende analisar do mundo real, o analista constrói um modelo que mostra as propriedades que são significativas para a análise que se pretende realizar. A entrada da análise é a descrição do problema, enquanto a saída do mesmo é o modelo formal, o qual identifica os objectos e as suas relações, o fluxo dinâmico do controlo e a transformação dos dados dentro do sistema. O modelo de análise é uma abstracção do que é que o sistema deve fazer e não de como é feito. Um modelo correctamente construido tem de poder ser criticado por pessoas ligadas à aplicação e que nada precisam de saber sobre programação de computadores. O modelo de análise não pode em caso algum conter pormenores ligados à implementação. A análise é, sem qualquer sombra de dúvida, a fase mais importante do desenvolvimento de qualquer aplicação.

   A notação gráfica do modelo de objectos, adoptada pela OMT é apresentada na figura 4.3/1. Nesta figura apenas são apresentados os aspectos da notação que são significativos para o modelo integrado da manutenção industrial que posteriormente será apresentado.

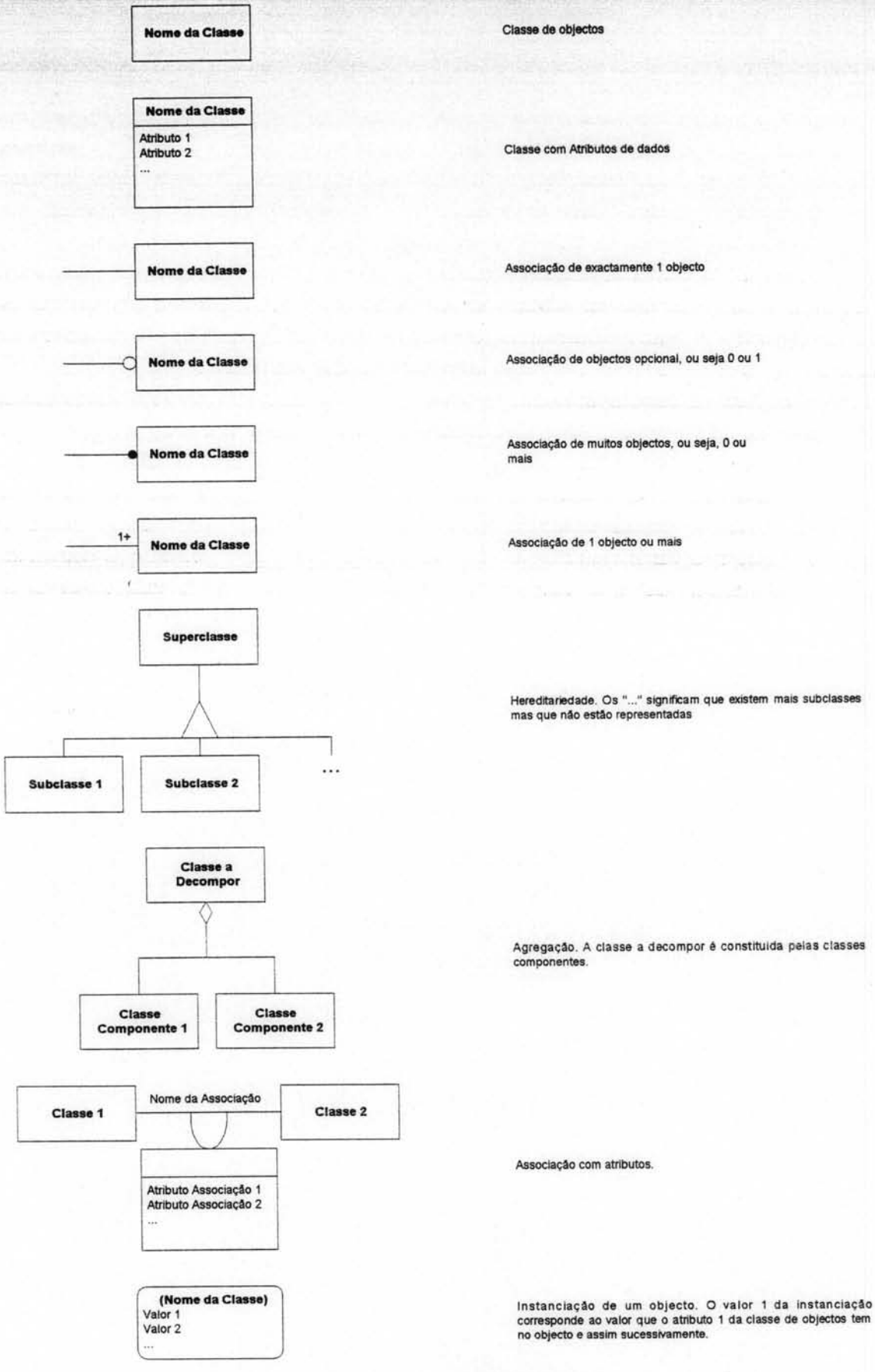


Figura 4.3/1 - Notação Gráfica do Modelo de Objectos

2 - ***Design* do Sistema** - Nesta fase o responsável pelo *design* toma decisões de alto nível sobre a arquitectura global do sistema. O sistema criado durante a análise é partido em subsistemas. São tomadas as decisões sobre quais as características que devem ser optimizadas, em seguida escolhe-se a estratégia de ataque do problema e por fim faz-se a alocação de recursos por tentativa.

3 - ***Design* de Objectos** - O *design* de objectos consiste na construção do modelo de *design* baseado no modelo resultante da análise mas que inclui já detalhes de implementação. Os detalhes de implementação são adicionados com base na estratégia definida durante a fase de *design* do sistema. Nesta fase temos como principais tarefas ou linhas de acção, a definição das estruturas de dados e os algorítmos necessários para implementar cada classe. As classes de objectos que foram concebidas durante a fase de análise ainda são significativas, sendo-lhes contudo acrescentados os detalhes relativos à programação, propriamente dita, costituidos pelas estruturas de dados e pelos algorítmos. Passam a partir deste momento a existir claramente dois tipos de objectos, correspondentes a duas dimensões do desenvolvimento, que são os objectos do domínio da aplicação e os objectos do domínio do computador.

4 - **Implementação** - É a fase final de todo o processo de desenvolvimento, na qual as classes de obectos e as respectivas relações, que foram especificadas durante o *design* de objectos, são traduzidos para a uma linguagem, para uma base de dados ou implementação de hardware. É fundamental que nesta fase se utilizem práticas correctas de engenharia de software por forma a garantir a rastreabilidade absoluta com o *design* para assim garantir a flexibilidade e expansibilidade dos sistema.

Durante todas as fases de desenvolvimento a OMT combina três perspectivas, que acabam por constituir três eixos basilares de todo o sistema criado. Os modelos acabam por não ser independentes uma vez que cada um deles integra aspectos que têm a ver com os restantes. Os modelos são o modelo de objectos, o modelo dinâmico e o modelo funcional [15].

O *modelo de objectos* representa os aspectos estáticos, estruturais e de dados de um sistema. Este mostra os objectos do sistema, as relações entre objectos e os atributos e as operações que caracterizam cada classe de objectos. Utiliza uma notação muito elucidativa das relações entre entidades. É o único modelo que será criado durante a modelação integrada da manutenção industrial.

O *modelo dinâmico* representa os aspectos temporais, comportamentais e de controlo de um sistema. A notação deste modelo recorre a diagramas de estados, representando cada um deles as sequências de estados e eventos permitidas para cada classe de objectos. As acções no diagrama de estados correspondem a funções no diagrama funcional. Os eventos no diagrama de estados correspondem a operações em objectos do modelo de objectos.

O *modelo funcional* descreve os aspectos do sistema relativos às transformações de valores, ou seja, funções, mapeamentos, restrições e dependencias funcionais. Este modelo apenas capta aquilo que o sistema faz e ignora como e quando o sistema faz. O modelo funcional é representado por diagramas de fluxo de dados.

Considerado como o fulcro de todo e qualquer sistema, sendo considerado o mais importante dos três modelos existentes [15], apenas foi construido o modelo de objectos da manutenção industrial. Da manutenção industrial apenas foram incluidos no modelo os aspectos mais revelantes e mais básicos de todo o sistema.

4.4 -Análise

4.4.1 - Introdução

Toda a fase de análise, que seguidamente é apresentada, é baseada nos desenvolvimentos efectuados durante os capítulos anteriores desta dissertação.

Na figura 4.4.1/1 é apresentado um diagrama onde está representado de um modo simplificado o funcionamento elementar da manutenção industrial.

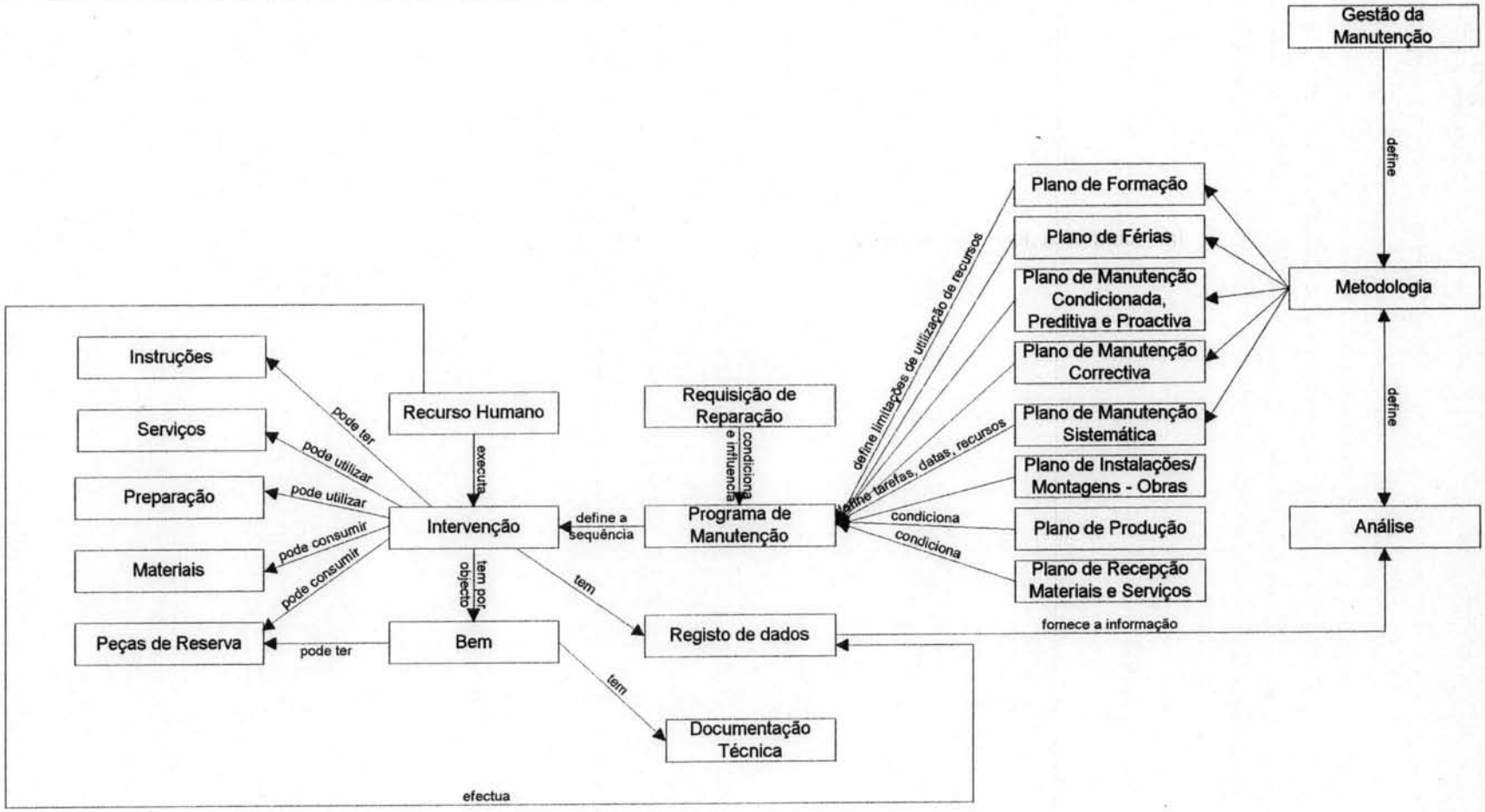


Figura 4.4.1/1 - Funcionamento Elementar da Manutenção Industrial

4.4.2 - Requisitos

R1 - Ter a possibilidade de aceder, de uma forma simples, rápida e lógica à informação relativa a qualquer equipamento.

Questões que devem ser respondidas:

R1.1 - Qual é a localização espacial de um determinado equipamento ?

R1.2 - Qual é a localização de um equipamento em termos da cadeia organizacional ?

R1.3 - Quem é o responsável pela utilização do equipamento ?

R1.4 - Qual é a constituição de um equipamento ?

R1.5 - Qual é a história de um equipamento, no que respeita a:

R1.5.1 - Processo de aquisição ?

R1.5.2 - Montagens e desmontagens ?

R1.5.3 - Localizações espaciais que já ocupou ?

R1.5.4 - Diferentes pontos dentro da organização onde já esteve integrado ?

R1.5.5 - Avarias que já teve ?

R1.5.6 - Intervenções a que já foi sujeito ?

R1.5.7 - Custos de manutenção

R1.5.8 - Unidades de utilização ?

R1.5.9 - Utilizações ?

R1.5.10 - Funções desempenhadas ?

R1.6 - Qual é a classificação de um equipamento, no que respeita a:

R1.6.1 - Função que desempenha ?

R1.6.2 - Referência e/ou marca e/ou modelo ?

R1.6.3 - Prioridade ?

R1.6.4 - Designação

R1.7 - Qual é, onde está e quem é o responsável pela documentação técnica de um equipamento, incluindo a dos respectivos componentes ?

R1.8 - Qual é a utilização do equipamento, no que respeita aos seguintes pontos:

R1.8.1 - Função que desempenha ?

R1.8.2 - Características exigidas ?

R1.9 - Quais são as características próprias de um equipamento ?

R1.10 - Qual é a identificação de um equipamento ?

R1.11 - Onde estão e qual é o estado de conservação e de utilização dos equipamentos classificados da mesma forma, com base num determinado critério ?

R1.12 - Qual é a manutenção que existe e quem são os responsáveis pela mesma, em termos de planeamento, programação, preparação, execução, controlo e análise para um determinado equipamento ?

R1.13 - Qual é a eficiência de um equipamento ?

R2 - Ter a possibilidade de aceder, de uma forma simples, rápida e lógica à informação relativa a qualquer Recurso Humano.

Questões que devem ser respondidas:

R2.1 - Qual é a localização espacial de um determinado Recurso Humano num determinado instante ?

R2.2 - Qual é a identidade de um determinado Recurso Humano ?

R2.3 - Qual é a história de um Recurso Humano no que respeita a:

R2.3.1 - Curriculum Vitae ?

R2.3.2 - Trabalhos executados ?

R2.3.3 - Assiduidade ?

R2.3.4 - Vencimento e custo homem/hora ?

R2.3.5 - Avaliação de desempenho ?

R2.3.6 - Disciplina ?

R2.3.7 - Acidentes que já teve ?

R2.3.8 - Doenças que já teve ?

R2.4 - Quais são e quando irão realizar-se as acções de formação em que um Recurso Humano irá participar ?

R2.5 - Qual é o horário de trabalho que pratica um Recurso Humano ?

R2.6 - Quais são as funções que um Recursos Humano desempenha ?

R2.7 - Qual é o ambito, em termos de localizações, de organização e de equipamentos, do trabalho de um Recurso Humano ?

R2.8 - Onde reside um determinado Recurso Humano ?

R2.9 - Qual é a forma de contactar um Recurso Humano dentro e fora da empresa ?

R2.10 - Qual é a classificação de um Recurso Humano, no que respeita a:

R2.10.1 - Função que desempenha ?

R2.10.2 - Especialidades ?

R2.11 - Quais são as ferramentas e outros equipamentos que estão sob a responsabilidade de um Recurso Humano ?

R2.12 - Qual é a localização de um Recurso Humano em termos da cadeia organizacional ?

R2.13 - Quem é o responsável pelo Recurso Humano em termos hierárquicos e funcionais ?

R2.14 - Qual é o desempenho de um Recurso Humano ?

R2.15 - Onde estão, e qual é o estado, em termos de ocupação e de desempenho, os Recursos Humano clssificados da mesma forma, tendo em atenção determinados critérios ?

R2.16 - Quem são os responsáveis pelo planeamento, programação, preparação, controlo e análise das intervenções de um Recurso Humano ?

R2.17 - Qual é o vencimento e o custo homem/hora ?

R3 - Ter a possibilidade de aceder, de uma forma simples, rápida e lógica à informação relativa a qualquer Intervenção.

R3.1 - Qual é a identificação da intervenção ?

R3.2 - Qual é a classificação da intervenção em termos de:

R3.2.1 - Teor da intervenção, ou seja se pertence a um dos tipos:

» Manutenção Preventiva com os seus sub-tipos ?

» Manutenção Correctiva com os seus sub-tipos ?

R3.2.2 - Nível da intervenção, ou seja, grau de complexidade da intervenção ?

R3.2.3 - Planeamento ?

R3.2.4 - Exclusividade, isto é, se a intervenção é realizada só sobre um determinado equipamento ou se é realizada sobre vários, como por exemplo acontece no tipo rota ?

R3.3 - Qual é o plano de uma intervenção

R3.4 - Qual é o equipamento alvo da intervenção ?

R3.5 - Quais foram os tempos utilizados numa intervenção ?

R3.6 - Quais foram os materiais aplicados numa intervenção ?

R3.7 - Quais foram as acções realizadas por componente que foi alvo de intervenção ?

R3.8 - Quais são os dados da requisição de intervenção ?

R3.9 - Qual é a caracterização da paragem, caso seja necessária ?

R3.10 - Quem foram, e em que alturas efectuaram a sua intervenção, os técnicos que participaram na intervenção ?

R3.11 - Quais foram os dados recolhidos durante a intervenção, relativos a:

R3.11.1 - Sintomas, no caso de avaria ?

R3.11.2 - Causas, no caso de avaria ?

R3.11.3 - Modos de falha, no caso de avaria ?

R3.11.4 - Acções tomadas ?

R3.11.5 - Acções Recomendadas ?

R3.11.6 - Observações ?

R3.12 - Quais foram as principais ferramentas utilizadas durante a intervenção ?

R3.13 - Qual foi a documentação técnica utilizada durante a intervenção ?

R3.14 - Quais foram os custos da intervenção ?

R3.15 - Qual foi o grau de cumprimento do plano da intervenção, estabelecendo para qualquer previsão, uma comparação entre o previsto e o realizado ?

R4 - Ter a possibilidade de aceder, de uma forma simples, rápida e lógica à informação relativa a qualquer Projecto.

R4.1 - Qual é a identificação do projecto ?

R4.2 - Qual é a classificação do projecto em termos de:

R4.2.1 - Objectivo, ou seja, se se trata de um investimento, de um melhoramento, embora este também seja um investimento, de uma correcção, ou outro ?

R4.2.2 - Realização, isto é, se é realizado por meios próprios, se recorre à cedência de mão-de-obra externa, se recorre exclusivamente à subcontratação ou se é do tipo "chave-na-mão" ?

R4.2.3 - Possibilidade de execução, ou seja, se se trata apenas de um estudo ou se é um projecto que irá ser com toda a certeza possível implementado ?

R4.2.4 - Grau de urgência ?

R4.3 - Quem é o responsável pelo projecto ?

R4.4 - Quem é o cliente do projecto ?

R4.5 - Quais são os objectivos do projecto ?

R4.6 - Quais são os dados da requisição do projecto ?

R4.7 - Quais são as tarefas definidas para o projecto, e o que é que cada uma delas necessita, em termos de:

R4.7.1 - Responsabilidades ?

R4.7.2 - Recursos Humanos ?

R4.7.3 - Materiais ?

R4.7.4 - Ferramentas ?

R4.7.5 - Recursos financeiros, ou seja, qual o custo ?

R4.7.6 - Tempo ?

R4.7.7 - Precedências ?

R4.7.8 - Documentação ?

R4.8 - Qual é a documentação do projecto ?

R4.9 - Qual foi a data e hora de início e fim da elaboração do projecto ?

R4.10 - Qual foi, quando foi e quem tomou a decisão sobre a aprovação do projecto ?

R4.11 - Qual é o local onde será implementado o projecto e sobre que equipamentos ?

R4.12 - Quem tem as responsabilidades de gestão e controlo do projecto ?

R5 - Ter a possibilidade de aceder, de uma forma simples, rápida e lógica à informação relativa a qualquer Obra.

R5.1 - Qual é a identificação da obra ?

R5.2 - Qual é a classificação da obra em termos de:

R5.2.1 - Objectivo, ou seja, se se trata de um investimento, de um melhoramento, embora este também seja um investimento, de uma correcção, ou outro ?

R5.2.2 - Realização, isto é, se é realizada por meios próprios, se recorre à cedência de mão-de-obra externa, se recorre exclusivamente à subcontratação ou se é do tipo "chave-na-mão" ?

R5.2.3 - Grau de urgência ?

R5.3 - Quem é o responsável pela obra ?

R5.4 - Quem é o cliente da obra ?

R5.5 - Quais são os objectivos da obra ?

R5.6 - Quais são os dados da requisição da obra ?

R5.7 - Quais são as tarefas definidas para a obra, e o que é que cada uma delas necessita e vai gastando, em termos de:

R5.7.1 - Responsabilidades ?

R5.7.2 - Recursos Humanos ?

R5.7.3 - Materiais ?

R5.7.4 - Ferramentas ?

R5.7.5 - Recursos financeiros, ou seja, qual o custo ?

R5.7.6 - Tempo ?

R5.7.7 - Precedências ?

R5.7.8 - Execução ?

R5.7.9 - Documentação ?

R5.7.10 - Acções Correctivas ?

R5.8 - Qual é a documentação da obra ?

R5.9 - Qual foi a data e hora de início e fim da obra?

R5.10 - Qual foi, qundo foi e quem tomou a decisão sobre a aprovação do projecto e sobre o início da obra ?

R5.11 - Qual é o local onde está a ser realizada a obra e sobre que equipamentos ?

R5.12 - Qual foi o grau de cumprimento do plano da obra, estabelecendo para qualquer previsão, uma comparação entre o previsto e o realizado, em cada momento ?

R5.13 - Quem tem as responsabilidades de gestão e controlo da obra ?

R5.14 - Que acções correctivas são necessárias e qual o seu grau de implementação ?

R6 - Tratamento de todo o tipo de acções correctivas, permitindo a sua concepção e planeamento, o seu lançamento, a sua implementação e o seu controlo. Estas têm de poder ser ligadas às entidades que se pretender.

R7 - Possibilidade de definir e gerir intervenções sistemáticas.

R8 - Possibilidade de definir e gerir intervenções de manutenção condicionada, preditiva e proactiva, nas suas vertentes sistemática e condicionada.

R9 - Possibilidade de definir e gerir intervenções de manutenção correctiva.

R10 - Possibilidade de comunicar com outras aplicações

4.4.3 - O Modelo de Objectos

4.4.3.1 - Introdução

O Modelo de Objectos é o centro de todo o modelo integrado de manutenção industrial, apresentando uma complexidade considerável. Para tornar mais simples a análise de todo o sistema é apresentado na figura 4.4.3.1/1, o Modelo de Objectos Simplificado, no qual é já utilizada a notação gráfica da OMT, mas em que apenas são integrados as principais entidades do modelo. Este modelo é apenas um diagrama auxiliar não podendo considerar-se como definitivas as diferentes soluções aqui apresentadas.

Nos pontos seguintes será apresentado o modelo detalhado criado para todo o sistema.

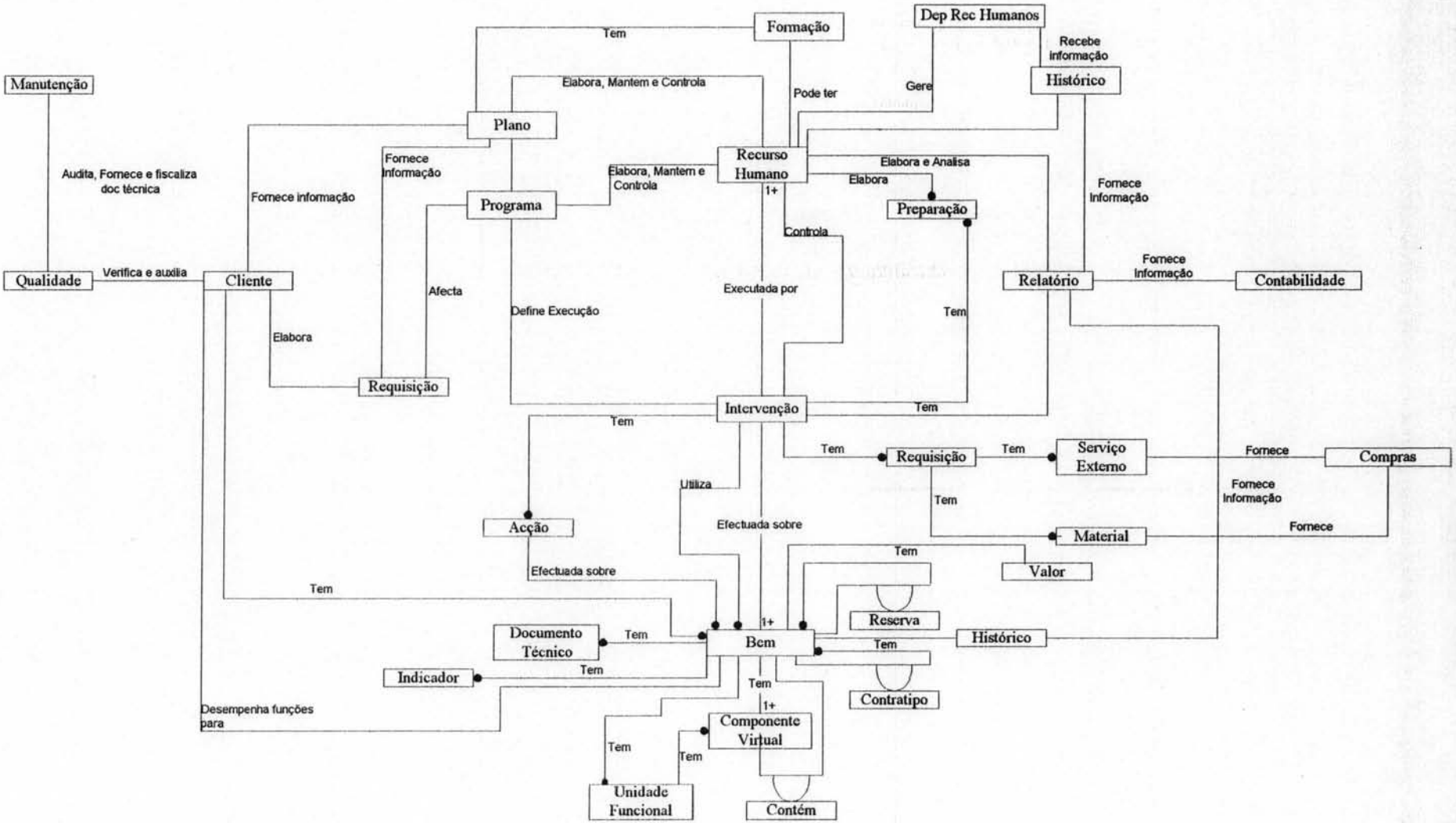


Figura 4.4.3.1/1 - Modelo de Objectos Simplificado

4.4.3.2 - Modelo de Bens

4.4.3.2.1 - Diagrama do Modelo de Objectos

O diagrama do modelo de objectos, relativo ao modelo de bens é apresentado na figura 4.4.3.2.1/1.

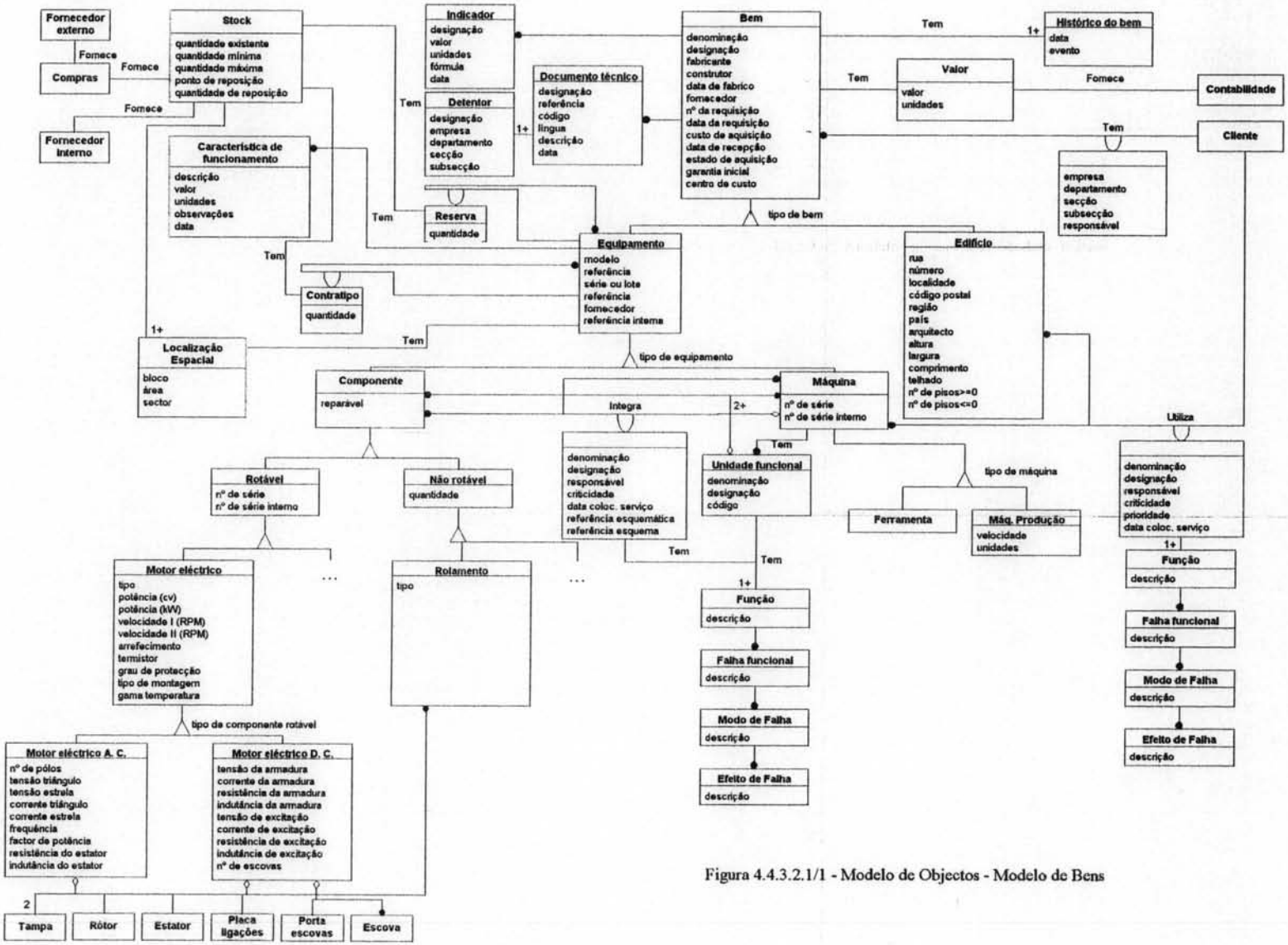


Figura 4.4.3.2.1/1 - Modelo de Objectos - Modelo de Bens

4.4.3.2.2 - Dicionário de Dados do Modelo de Objectos

São descritas seguidamente as classes e os respectivos atributos, bem como as relações existentes entre essas classes, as quais têm uma correspondência directa ao modelo de objectos do modelo de bens.

Classes e Atributos

Classe: **Bem**		;Superclasse de agrupamento de todos os bens
	Atributo: denominação	;Nome do bem. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de bem.
	Atributo: designação	;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca do bem.
	Atributo: código	;Código atribuido internamente ao bem.
	Atributo: fabricante	;Nome do fabricante do bem. A seleccionar de uma tabela.
	Atributo: construtor	;Nome do construtor do bem. A seleccionar de uma tabela.
	Atributo: data de fabrico	;Data de fabrico do bem
	Atributo: data de construção	;Data de construção do bem
	Atributo: fornecedor	;Nome do fornecedor do bem. A seleccionar de uma tabela.
	Atributo: nº da requisição	;Nº da requisição interna de aquisição do bem
	Atributo: data da requisição	;Data da requisição interna de aquisição do bem
	Atributo: custo de aquisição	;Custo de aquisição do bem (Esc.)
	Atributo: data de recepção	;Data em que o bem foi recebido na empresa
	Atributo: estado de aquisição	;Estado em que o bem foi adquirido (novo/usado)
	Atributo: garantia inicial	;Período de garantia que inicialmente é dado pelo fabricante ou pelo construtor do bem
	Atributo: centro de custo	;Centro de custo do bem, para efeitos contabilísticos
Classe: **Equipamento**		;Superclasse de agrupamento de todos os bens de equipamento
	Atributo: modelo	;Modelo do equipamento
	Atributo: referência	;Referência do equipamento
	Atributo: série ou lote	;Série ou lote de fabrico do equipamento
	Atributo: referência fornecedor	;Referência atribuida pelo fornecedor ao equipamento
	Atributo: referência interna	;Referência atribuida internamente ao equipamento. Habitualmente é a referência de armazém.

Classe:	**Componente**	;Superclasse que reune os bens de equipamento que são componentes, ou seja que só são capazes de desempenhar uma função quando estão integrados numa máquina.
	Atributo: reparável	;Classificação do componente quanto à possibilidade de ser reparado
Classe:	**Rotável**	;Superclasse que reune os componentes rotáveis, ou seja, aqueles cuja localização é sempre conhecida em qualquer momento.
	Atributo: nº de série	;Nº de série atribuido pelo fabricante
	Atributo: nº de série interno	;Nº de série atribuido internamente e que habitualmente corresponde ao código do componente
Classe:	**Motor eléctrico**	;Superclasse que reune os motores eléctricos
	Atributo: tipo	;Tipo do motor eléctrico, como por exemplo indução.
	Atributo: potência (cv)	;Potência eléctrica do motor em cv
	Atributo: velocidade (kW)	;Potência eléctrica do motor em kW
	Atributo: velocidade I (RPM)	;1ª velocidade do motor em RPM
	Atributo: velocidade II (RPM)	;2ª velocidade do motor em RPM - só para motores eléctricos com duas velocidades
	Atributo: arrefecimento	;Tipo de arrefecimento do motor. O motor pode ser autoventilado, ter um ventilador separado ou não ter ventilação.
	Atributo: termistor	;Define-se se o motor tem ou não termistor
	Atributo: grau de protecção	;Grau de protecção do motor - IP
	Atributo: tipo de montagem	;Tipo de montagem do motor. Define-se se é de montagem com patas, flangeado e se é para montagem horizontal e/ou vertical.
	Atributo: gama de temperatura	;Gama de temperatura de funcionamento do motor
Classe:	**Motor eléctrico A.C.**	;Classe de todos os motores eléctricos A. C.
	Atributo: nº de pólos	;Nº de pólos do motor
	Atributo: tensão triângulo	;Tensão nominal do motor para ligação triângulo
	Atributo: tensão estrela	;Tensão nominal do motor para ligação estrela
	Atributo: corrente triângulo	;Corrente nominal do motor na ligação triângulo
	Atributo: corrente estrela	;Corrente nominal do motor na ligação estrela
	Atributo: frequência	;Frequência nominal de funcionamento do motor
	Atributo: factor de potência	;Factor de potência do motor = cos φ
	Atributo: resistência estator	;Resistência de um enrolamento do estator do motor
	Atributo: indutancia estator	;Indutância de um enrolamento do estator do motor
Classe:	**Motor eléctrico D.C.**	;Classe de todos os motores eléctricos D. C.
	Atributo: tensão da armadura	;Tensão nominal de armadura do motor
	Atributo: corrente da armadura	;Corrente nominal da armadura do motor

Atributo: resistência armadura ;Resistência da armadura do motor
Atributo: indutância armadura ;Indutância da armadura do motor
Atributo: tensão do campo ;Tensão nominal do campo do motor
Atributo: corrente do campo ;Corrente nominal do campo do motor
Atributo: resistência campo ;Resistência do campo do motor
Atributo: indutância campo ;Indutância do campo do motor
Atributo: nº de escovas ;Nº de escovas que tem o motor

Classe: **Não rotável** ;Superclasse que reune os componentes não rotáveis, ou seja, aqueles cuja localização não é sempre conhecida em qualquer momento.
Atributo: quantidade ;Quantidade de componentes

Classe: **Rolamento** ;Classe que reune os rolamentos, os quais são componentes não rotáveis
Atributo: tipo ;Tipo de rolamento.

Classe: **Tampa** ;Classe que reune as tampas de motores, as quais são componentes não rotáveis, uma vez que não são habitualmente trocados

Classe: **Rótor** ;Classe que reune os rótores de motores, os quais são componentes não rotáveis, uma vez que não são habitualmente trocados

Classe: **Estator** ;Classe que reune os estatores de motores, os quais são componentes não rotáveis, uma vez que não são habitualmente trocados

Classe: **Placa ligações** ;Classe que reune as placas de ligações de motores, as quais são componentes não rotáveis, uma vez que não são habitualmente trocados

Classe: **Porta escovas** ;Classe que reune os porta escovas de motores D. C., os quais são componentes não rotáveis, uma vez que não são habitualmente trocados

Classe: **Escova** ;Classe que reune as escovas de motores D. C., as quais são componentes não rotáveis, uma vez que não são habitualmente trocados

Classe: **Máquina** ;Superclasse que reune os bens de equipamento que são máquinas, ou seja que são capazes de desempenhar uma função sem estar integrados numa máquina.
Atributo: nº de série ;Nº de série atribuido pelo fabricante

Atributo: nº de série interno	;Nº de série atribuido internamente e que habitualmente corresponde ao código da máquina
Classe: **Ferramenta**	;Superclasse que reune os bens de equipamento que são máquinas e que são utilizados para realizar tarefas que não se incluem no trabalho de produção.
Classe: **Máquina produção**	;Superclasse que reune os bens de equipamento que são máquinas e que são utilizados para realizar tarefas de produção.
Atributo: velocidade	;Velocidade nominal de produção da máquina
Atributo: unidades	;Unidades da velocidade de produção da máquina
Classe: **Unidade funcional**	;Classe que reune componentes e/ou máquinas que desempenham em conjunto uma determinada função
Atributo: denominação	;Nome da unidade funcional. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de unidade funcional
Atributo: designação	;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca da unidade funcional
Atributo: código	;Código de identificação da unidade funcional
Classe: **Função**	;Função que é desempenhada (RCM)
Atributo: descrição	;Descrição da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Classe: **Falha funcional**	;Falha da função que é desempenhada (RCM)
Atributo: descrição	;Descrição falha da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Classe: **Modo de falha**	;Modo de falha da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Atributo: descrição	;Descrição do modo da falha da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Classe: **Efeito de falha**	;Efeito da falha da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Atributo: descrição	;Descrição do efeito da falha da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Classe: **Edifício**	;Superclasse de agrupamento de todos os edifícios
Atributo: rua	;Rua onde está o edifício
Atributo: número	;Número da porta principal do edifício

	Atributo: **localidade**	;Localidade do edifício
	Atributo: **código postal**	;Código postal do edifício
	Atributo: **região**	;Região do edifício
	Atributo: **país**	;País onde se encontra o edifício
	Atributo: **arquitecto**	;Nome do arquitecto responsável pelo projecto do edifício
	Atributo: **altura**	;Altura do edifício
	Atributo: **largura**	;Largura do edifício
	Atributo: **comprimento**	;Comprimento do edifício
	Atributo: **telhado**	;Tipo de telhado do edifício
	Atributo: **nº de pisos>=0**	;Nº de pisos do edifício acima do solo, contando com o R/C
	Atributo: **nº de pisos<0**	;Nº de pisos do edifício abaixo do solo, não contando com o R/C
Classe:	**Indicador**	;Indicador de manutenção referente ao bem
	Atributo: **designação**	;Nome do indicador
	Atributo: **valor**	;Valor do indicador
	Atributo: **unidades**	;Unidades do valor do indicador
	Atributo: **fórmula**	;Fórmula utilizada para o cálculo do indicador
	Atributo: **data**	;Data do valor do indicador
Classe:	**Documento técnico**	;Documento técnico referente ao bem
	Atributo: **designação**	;Nome do documento técnico
	Atributo: **tipo**	;Tipo de documento técnico. Pode ser um documento de texto, vídeo, fotos, em papel ou de qualquer um dos tipos anteriores mas digital.
	Atributo: **referência**	;Referência atribuida ao documento pela entidade que o elaborou
	Atributo: **fornecedor**	;Nome do fornecedor do documento técnico do bem. Este nome é retirado da tabela de fornecedores.
	Atributo: **código**	;Código atribuido internamente ao documento
	Atributo: **língua**	;Língua em que está escrito o documento
	Atributo: **descrição**	;Descrição do documento técnico
	Atributo: **data**	;Data do documento
Classe:	**Detentor**	;Detentor do documento técnico referente ao bem
	Atributo: **designação**	;Nome do detentor do documento técnico
	Atributo: **empresa**	;Nome da empresa detentora do documento técnico
	Atributo: **departamento**	;Departamento do detentor do documento técnico
	Atributo: **secção**	;Secção do detentor do documento técnico
	Atributo: **subsecção**	;Subsecção do detentor do documento técnico
Classe:	**Característica de funcionamento**	;Característica própria do equipamento em funcionamento

	Atributo: descrição	;Descrição da caracteristica de funcionamento do equipamento
	Atributo: valor	;Valor da característica de funcionamento do equipamento
	Atributo: unidades	;Unidades do valor da característica de funcionamento do equipamento
	Atributo: data	;Data do valor da característica de funcionamento do equipamento
	Atributo: observações	;Observações da característica de funcionamento do equipamento
Classe:	**Localização espacial**	;Localização espacial do equipamento em funcionamento
	Atributo: código	;Código interno da localização espacial do equipamento
	Atributo: bloco	;Bloco onde se encontra o equipamento. Pode ser um edifício
	Atributo: piso	;Piso, dentro do bloco onde se encontra o equipamento
	Atributo: área	;Área, dentro do piso, onde se encontra o equipamento
	Atributo: sector	;Sector, dentro da área, onde se encontra o equipamento
Classe:	**Histórico do bem**	;Historial do bem
	Atributo: data	;Data da ocorrência do evento
	Atributo: evento	;Descrição do evento
Classe:	**Valor**	;Valor do bem
	Atributo: valor	;Valor do bem
	Atributo: unidades	;Unidades do valor do bem

Associações

1. Um bem pode ter indicadores de manutenção, tais com MTBF, MTTF, OEE.
2. Um bem pode ter documentos técnicos.
3. Um documento técnico tem pelo menos um detentor.
4. Um bem tem pelo menos um evento histórico.
5. Um bem tem um valor, o qual é fornecido pela contabilidade
6. Um cliente pode ter bens. Quando o cliente tem um bem este passa a estar integrado na organização ficando ligado a:
   - empresa ;Empresa do cliente
   - departamento ;Departamento do cliente
   - secção ;Secção do cliente
   - subsecção ;Subsecção do cliente
   - responsável ;Nome do responsável dentro da empresa cliente
7. Um bem ou é um equipamento ou é um edifício (ou pode ser também uma propriedade, ou uma empresa, ou ...)

8.Um cliente pode utilizar edifícios. Quando o cliente utiliza um edifício este passa a ter:

- denominação ;Nome atribuido ao edifício pelo cliente
- designação ;Conjunto de dados relativos ao edifício, os quais incluem a denominação, que permitem a identificação inequívoca do edifício.
- responsável ;Nome do responsável pelo edifício
- criticidade ;Grau de criticidade do edifício
- prioridade ;Grau de prioridade das intervenções no edifício
- data coloc. serviço ;Data da última colocação em serviço do edifício

9.A utilização de um edifício por um cliente faz com que o primeiro tenha pelo menos uma função a qual pode ter falhas funcionais potenciais, podendo cada uma destas ter modos potenciais de falha e finalmente podendo dar origem a efeitos potenciais de falha.

10.Um cliente pode utilizar máquinas. Quando o cliente utiliza uma máquina esta passa a ter:

- denominação ;Nome atribuido à máquina pelo cliente
- designação ;Conjunto de dados relativos à máquina, os quais incluem a denominação, que permitem a identificação inequívoca da máquina.
- responsável ;Nome do responsável pela máquina
- criticidade ;Grau de criticidade da máquina
- prioridade ;Grau de prioridade das intervenções na máquina
- data coloc. serviço ;Data da última colocação em serviço da máquina

11.Um equipamento ou é do tipo máquina ou é do tipo componente.

12.Um equipamento pode ter equipamentos de reserva.

- quantidade ;Quantidade de equipamentos que são reserva e que estão em armazém.

13.A reserva de um equipamento é dado pelo seu stock

14 O stock de equipamento é fornecido pelas compras, as quais são fornecidas pelo exterior ou pelos fornecedores internos, no caso de equipamentos que se podem produzir internamente ou que são retirados de máquinas que vão para a sucata.

15.O stock de equipamento de reserva tem pelo menos uma localização espacial

16.Um equipamento pode ter equipamentos que são contratipos e que têm:

- quantidade ;Quantidade de equipamentos que são contratipos e que estão em armazém.

17.Um contratipo tem um stock, da mesma forma que um equipamento de reserva.

18.Um equipamento pode ter características que são próprias do seu funcionamento e da respectiva utilização.

19.Um equipamento tem sempre uma localização espacial.

20.Uma máquina integra componentes e/ou máquinas. A máquina ou o componente ao ser integrada passa a ter:

- denominação ;Nome atribuido à máquina ou ao componente pelo cliente
- designação ;Conjunto de dados relativos à máquina ou ao componente, os quais incluem a denominação, que permitem a identificação inequívoca da entidade.
- responsável ;Nome do responsável pela máquina ou componente

- criticidade ;Grau de criticidade da máquina ou componente
- prioridade ;Grau de prioridade das intervenções na máquina ou componente.
- data coloc. serviço ;Data da última colocação em serviço da máquina ou componente
- referência esq. ;Referência esquemática que é atribuido ao componente ou à máquina
- referência esquema ;Referência do esquema de onde foi retirada a referência esquemática

21.A integração de máquinas ou componentes numa máquina faz com que os primeiros tenham pelo menos uma função a qual pode ter falhas funcionais potenciais, podendo cada uma destas ter modos potenciais de falha e finalmente podendo dar origem a efeitos potenciais de falha.

22.Uma máquina pode ser do tipo ferramenta, que pode ser utilizada pela manutenção, ou do tipo máquina de produção.

23.Uma máquina pode ter unidades funcionais.

24.Cada unidade funcional tem pelo menos uma função a qual pode ter falhas funcionais potenciais, podendo cada uma destas ter modos potenciais de falha e finalmente podendo dar origem a efeitos potenciais de falha.

25.Cada unidade funcional é constituida por duas ou mais entidades que podem ser do tipo componente ou máquina.

26.Um componente pode ser rotável, se se pretende garantir a sua rastreabilidade ao longo da sua vida, ou não rotável, no caso contrário.

27.O motor eléctrico, como muitos outros componentes, é do tipo rotável

28.Um motor eléctrico pode ser do tipo A. C., no caso de motores de corrente alterna ou D. C. para os motores de corrente contínua.

29.Um motor eléctrico A. C. ou D. C. é constituido por duas tampas, por um rótor, por um estator, por uma placa de ligações e por rolamentos. Para além destes componentes não rotáveis, o motor eléctrico D. C. ainda integra na sua constituição o porta escovas e várias escovas, que também são componentes não rotáveis.

4.4.3.3 - Modelo de Intervenções

4.4.3.3.1 - Diagrama do Modelo de Objectos

O diagrama do modelo de objectos, relativo ao modelo de intervenções é apresentado nas figuras 4.4.3.3.1/1 e 4.4.3.3.1/2.

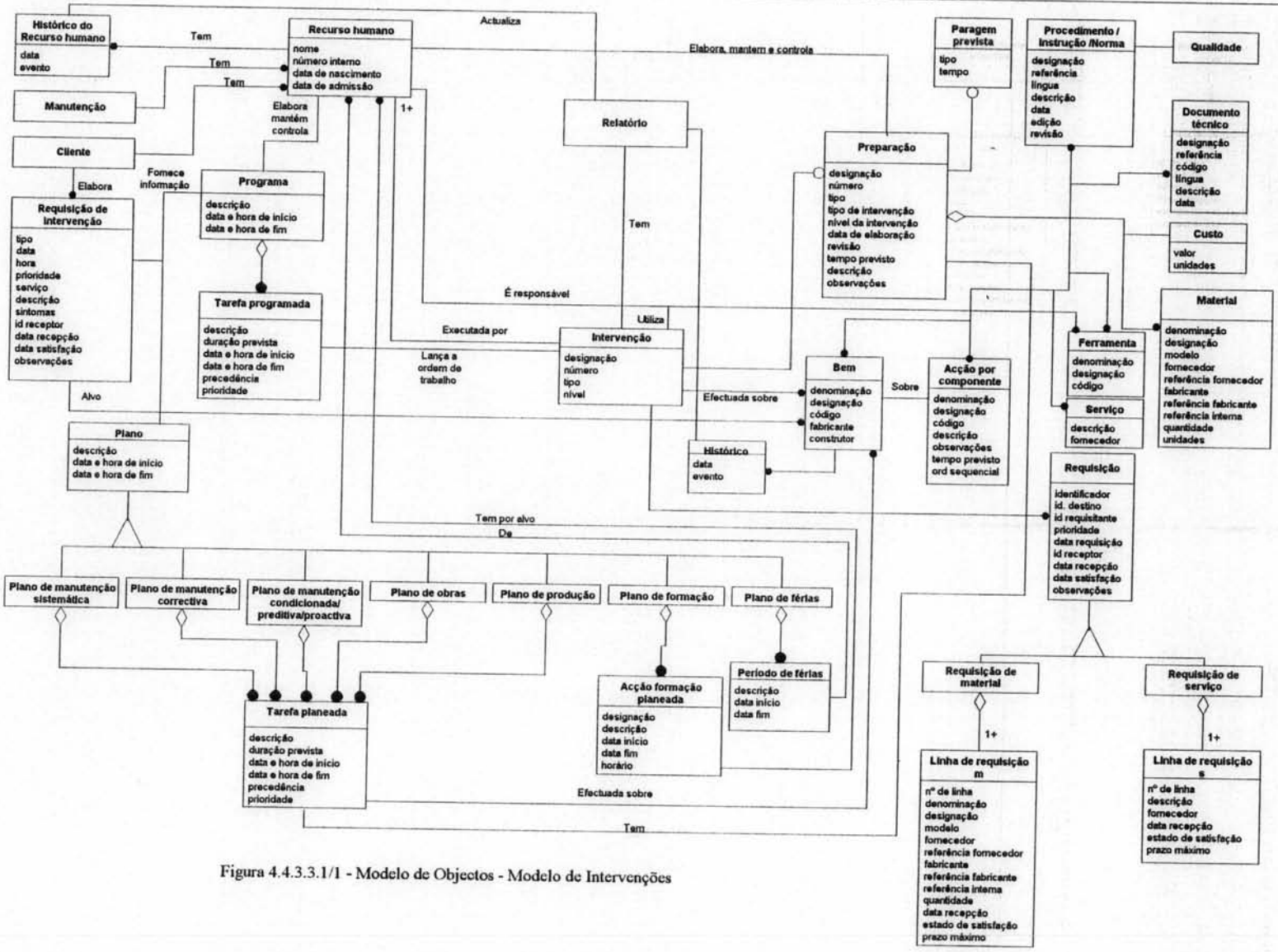
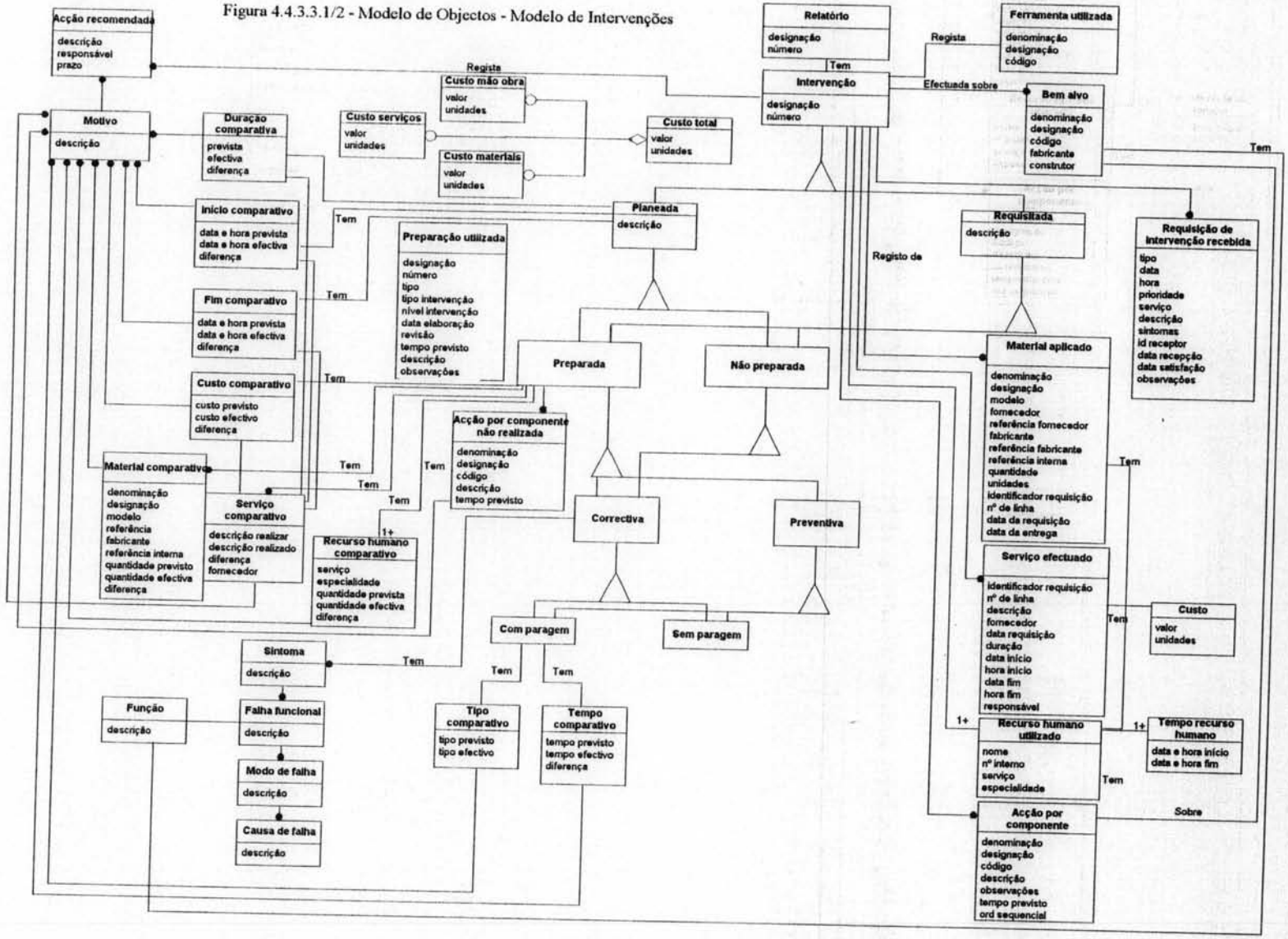


Figura 4.4.3.3.1/1 - Modelo de Objectos - Modelo de Intervenções

Figura 4.4.3.3.1/2 - Modelo de Objectos - Modelo de Intervenções



4.4.3.3.2 - Dicionário de Dados do Modelo de Objectos

São descritas seguidamente as classes e os respectivos atributos, bem como as relações existentes entre essas classes, as quais têm uma correspondência directa ao modelo de objectos do modelo de intervenções, o qual está representado na figura 4.4.3.3.1/1.

Classes e Atributos

Classe: **Intervenção**	;Classe de agrupamento de todas as intervenções
Atributo: designação	;Designação da intervenção.
Atributo: número	;Número da intervenção.
Atributo: tipo	;Classificação da intervenção no que respeita ao seu tipo.
Atributo: nível	;Classificação da intervenção quanto ao seu nível ou grau de complexidade
Classe: **Preparação**	;Preparação de uma intervenção
Atributo: designação	;Designação da preparação
Atributo: número	;Número da preparação
Atributo: tipo	;Classificação da preparação no que respeita ao seu tipo, podendo ser uma preparação tipo ou uma preparação específica
Atributo: tipo de intervenção	;Tipo de intervenção à qual se destina a preparação
Atributo: nível da intervenção	; Nível da intervenção à qual se destina a preparação
Atributo: data de elaboração	; Data da elaboração da preparação
Atributo: revisão	; Código de revisão da preparação
Atributo: tempo previsto	; Tempo previsto para a preparação
Atributo: descrição	; Descrição da preparação
Atributo: observações	; Outros dados de interesse, ou chamadas de atenção relativas à preparação
Classe: **Paragem prevista**	;Paragem prevista na preparação para a execução da intervenção
Atributo: tipo	;Tipo de paragem. Pode ser total ou parcial
Atributo: tempo	;Tempo de paragem previsto
Classe: **Procedimento/Instrução/**	;Procedimento/instrução ou norma a utilizar **Norma** durante a execução da intervenção execução da intervenção
Atributo: designação	;Nome da documento
Atributo: referência	;Referência do documento
Atributo: língua	;Língua na qual está escrito o documento
Atributo: descrição	;Descrição sucinta do documento
Atributo: data	;Data do documento

	Atributo: edição	;Edição do documento
	Atributo: revisão	;Código de revisão do documento
Classe:	**Documento técnico**	;Documento técnico referente ao bem
	Atributo: designação	;Nome do documento técnico
	Atributo: tipo	;Tipo de documento técnico. Pode ser um documento de texto, vídeo, fotos, em papel ou de qualquer um dos tipos anteriores mas digital.
	Atributo: referência	;Referência atribuida ao documento pela entidade que o elaborou
	Atributo: fornecedor	;Nome do fornecedor do documento técnico do bem. Este nome é retirado da tabela de fornecedores.
	Atributo: código	;Código atribuido internamente ao documento
	Atributo: língua	;Língua em que está escrito o documento
	Atributo: descrição	;Descrição do documento técnico
	Atributo: data	;Data do documento
Classe:	**Custo**	;Custo estimado para a intervenção
	Atributo: valor	;Custo estimado
	Atributo: unidades	;Unidades do valor
Classe:	**Material**	;Material necessário para a intervenção
	Atributo: denominação	;Nome do material. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de material.
	Atributo: designação	;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca do material.
	Atributo: modelo	;Modelo do material
	Atributo: fornecedor	;Nome do fornecedor
	Atributo: referência fornecedor	;Referência atribuida pelo fornecedor ao material
	Atributo: fabricante	; Nome do fabricante do material
	Atributo: referência fabricante	; Referência atribuida pelo fabricante ao material
	Atributo: referência interna	; Referência atribuida internamente ao material
	Atributo: quantidade	; Quantidade de material necessária
	Atributo: unidades	; Unidades da quantidade de material
Classe:	**Serviço**	;Serviço necessário para a intervenção
	Atributo: descrição	;Descrição do serviço a realizar.
	Atributo: fornecedor	;Fornecedor do serviço a realizar.
Classe:	**Ferramenta**	;Ferramenta necessária para a intervenção
	Atributo: denominação	;Nome da ferramenta. Este nome deve ser

seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de ferramenta.

Atributo: designação ;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca da ferramenta.

Atributo: código ;Código atribuido internamente à ferramenta

Classe: **Acção por componente** ;Acção a realizar sobre um determinado componente de uma máquina

Atributo: denominação ;Nome da acção. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de acção.

Atributo: designação ;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca da acção.

Atributo: código ;Código atribuido internamente à acção

Atributo: descrição ;Descrição da acção a realizar.

Atributo: observações ;Outros dados de interesse relativos à acção a realizar.

Atributo: tempo previsto ;Tempo previsto para a realização da acção.

Atributo: ordem sequencial ;Nº de ordem sequencial da acção a realizar, dentro da intervenção

Classe: **Bem** ;Superclasse de agrupamento de todos os bens

Atributo: denominação ;Nome do bem. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de bem.

Atributo: designação ;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca do bem.

Atributo: fabricante ;Nome do fabricante do bem. A seleccionar de uma tabela.

Atributo: construtor ;Nome do construtor do bem. A seleccionar de uma tabela.

Atributo: código ;Código atribuido internamente ao bem.

Classe: **Requisição** ;Superclasse de agrupamento de requisições

Atributo: identificador ;Identificador da requisição. É habitualmente um conjunto de caracteres alfanuméricos e que tornam única cada requisição.

Atributo: id. destino ;Identificação do destinatário do material ou do serviço

Atributo: id. requisitante ;Identificação do requisitante do material ou do serviço

Atributo: data requisição ;Data da requisição

	Atributo: prioridade	;Prioridade da requisição
	Atributo: id. receptor	;Identificação do receptor da requisição
	Atributo: data recepção	;Data de recepção da requisição
	Atributo: data satisfação	;Data em que a requisição ficou satisfeita na totalidade
	Atributo: observações	;Outros dados de interesse relativos à requisição
Classe:	**Requisição de material**	;Classe das requisições de materiais
Classe:	**Linha de requisição m**	;Linha de uma requisição de material
	Atributo: nº de linha	;Número da linha dentro da requisição de material
	Atributo: denominação	;Nome do material. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de material.
	Atributo: designação	;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca do material.
	Atributo: modelo	;Modelo do material
	Atributo: fornecedor	;Nome do fornecedor
	Atributo: referência fornecedor	;Referência atribuida pelo fornecedor ao material
	Atributo: fabricante	; Nome do fabricante do material
	Atributo: referência fabricante	; Referência atribuida pelo fabricante ao material
	Atributo: referência interna	; Referência atribuida internamente ao material
	Atributo: quantidade	; Quantidade de material necessária
	Atributo: unidades	; Unidades da quantidade de material
	Atributo: data recepção	; Data em que o material da linha foi fornecido na totalidade
	Atributo: estado satisfação	;Percentagem do material da linha que foi fornecido.
	Atributo: prazo máximo	; Prazo máximo para o fornecimento da totalidade do material da linha
Classe:	**Requisição de serviço**	;Classe das requisições de serviços
Classe:	**Linha de requisição s**	;Linha de uma requisição de serviços
	Atributo: nº de linha	;Número da linha dentro da requisição de serviço
	Atributo: descrição	;Descrição do serviço a realizar.
	Atributo: fornecedor	;Nome do fornecedor
	Atributo: data recepção	; Data em que o serviço da linha foi executado na totalidade
	Atributo: estado satisfação	;Percentagem do serviço da linha que foi executado
	Atributo: prazo máximo	; Prazo máximo para a execução do serviço definido na linha.
Classe:	**Recurso humano**	;Recursos humanos que executam actividades relacionadas com a manutenção.

	Atributo: nome	;Nome do recurso humano
	Atributo: número	;Número interno do recurso humano
	Atributo: data de nascimento	;Data de nascimento do recurso humano
	Atributo: data de admissão	;Data de admissão do recurso humano
Classe:	**Histórico recurso humano**	;Historial do recurso humano
	Atributo: data	;Data da ocorrência do evento
	Atributo: evento	;Descrição do evento
Classe:	**Manutenção**	;Entidade organizacional manutenção
Classe:	**Cliente**	;Entidade organizacional cliente
Classe:	**Requisição de intervenção**	;Requisição de realização de uma intervenção
	Atributo: tipo	;Tipo de intervenção que é requisitada, podendo por exemplo ser de reparação, ou de verificação, ou ainda de calibração.
	Atributo: data	;Data da requisição
	Atributo: hora	;Hora da requisição
	Atributo: prioridade	;Grau de prioridade da intervenção
	Atributo: serviço	;Definição do serviço de apoio que deve intervir. Neste ponto define-se qual é a especialidade que deve, em princípio realizar a intervenção.
	Atributo: descrição	;Definição do que é que se pretende que seja realizado
	Atributo: sintomas	;No caso de intervenções de reparação é fundamental comunicar quais são os sintomas da avaria
	Atributo: id. receptor	;Identificação do receptor da requisição
	Atributo: data recepção	;Data de recepção da requisição
	Atributo: data satisfação	;Data em que a requisição ficou satisfeita na totalidade
	Atributo: observações	;Outros dados de interesse relativos à requisição
Classe:	**Programa**	;Programa de realização de intervenções
	Atributo: descrição	;Definição do que é que se pretende que seja realizado
	Atributo: data início	;Data de início do programa
	Atributo: hora início	;Hora de início do programa
	Atributo: data fim	;Data de fim do programa
	Atributo: hora fim	;Hora de fim do programa
Classe:	**Tarefa programada**	;Tarefa que está já programada
	Atributo: descrição	;Definição da tarefa
	Atributo: duração prevista	;Duração prevista para a realização da tarefa
	Atributo: data início	;Data de início programada para a tarefa
	Atributo: hora início	;Hora de início programada para a tarefa
	Atributo: data fim	;Data de fim programada para a tarefa
	Atributo: hora fim	;Hora de fim programada para a tarefa

Atributo: precedência	;De que tarefa (s) depende a sua realização
Atributo: prioridade	;Grau de prioridade da tarefa
Classe: **Plano**	;Plano de realização de actividades
Atributo: descrição	;Definição do que é que se pretende que seja realizado
Atributo: data início	;Data de início do plano
Atributo: hora início	;Hora de início do plano
Atributo: data fim	;Data de fim do plano
Atributo: hora fim	;Hora de fim do plano
Classe: **Plano da manutenção**	;Plano de realização de intervenções **sistemática** de manutenção preventiva sistemática
Classe: **Plano da manutenção** manutenção correctiva	;Plano de realização de intervenções **correctiva**de
Classe: **Plano da manutenção condicionada/preditiva/ proactiva**	;Plano de realização de intervenções de manutenção condicionada, preditiva e proactiva
Classe: **Plano de obras**	;Plano de realização de intervenções integradas em obras.
Classe: **Plano de produção**	;Plano de trabalhos a executar nas máquinas pelo cliente produção.
Classe: **Plano de formação**	;Plano de formação dos recursos humanos
Classe: **Plano de férias**	;Plano de férias dos recursos humanos
Classe: **Tarefa planeada**	;Tarefa que integra um plano de trabalhos.
Atributo: descrição	;Definição da tarefa
Atributo: duração prevista	;Duração prevista para a realização da tarefa
Atributo: data início	;Data de início planeada para a tarefa
Atributo: hora início	;Hora de início planeada para a tarefa
Atributo: data fim	;Data de fim planeada para a tarefa
Atributo: hora fim	;Hora de fim planeada para a tarefa
Atributo: precedência	;De que tarefa (s) depende a sua realização
Atributo: prioridade	;Grau de prioridade da tarefa
Classe: **Acção formação planeada**	;Acção de formação que está planeada.
Atributo: designação	;Nome da acção de formação
Atributo: descrição	;Definição da acção de formação
Atributo: data início	;Data de início planeada para a acção de formação
Atributo: data fim	;Data de fim planeada para a acção de formação

Atributo: horário	;Horário do curso
Classe: **Período de férias**	;Período de férias planeado
Atributo: descrição	;Definição do período de férias
Atributo: data início	;Data de início planeada para o período de férias
Atributo: data fim	;Data de fim planeada para o período de férias
Classe: **Relatório**	;Relatório que é elaborado após a realização de uma intervenção.

Associações

1.Uma intervenção pode ou não ter uma preparação
2.Uma preparação pode ter uma paragem prevista.
3.Uma preparação pode utilizar procedimentos, instruções ou normas
4.Uma preparação pode utilizar documentos técnicos
5.Uma preparação tem um custo estimado para a intervenção
6.Uma preparação pode implicar a aplicação de materiais
7.Uma preparação pode utilizar ferramentas
8.Uma preparação pode recorrer a serviços
9.Uma preparação pode definir acções por componente
10.Cada acção por componente é realizada sobre um componente
11.Uma preparação pode definir a realização de intervenções sobre bens
12.Uma preparação define os recursos humanos necessários para executar a intervenção
13.Os procedimentos, instruções ou normas são elaborados e/ou mantidos de acordo com as definições da qualidade.
14.Uma intervenção pode ter requisições
15.Uma requisição pode ser de material ou de seviço
16.Uma requisição de material é constituida por uma ou mais linhas de requisição de material
17.Uma requisição de serviço é constituida por uma ou mais linhas de requisição de serviço
18.Uma intervenção tem um relatório
19.O relatório actualiza o histórico do recurso humano
20.Cada bem pode ter históricos
21.O relatório actualiza o histórico do bem
22.Uma intervenção é executada por um ou mais recursos humanos
23.Um recurso humano pode ser responsável por ferramentas
24.Uma intervenção utiliza ferramentas
25.Cada intervenção pode ser efectuada sobre bens
26.Existe pelo menos um recurso humano que é responsável por elaborar, manter e controlar o programa de manutenção
27.Cada recurso humano pode ter históricos
28.A entidade manutenção pode ter recursos humanos que realizem tarefas de manutenção
29.A entidade cliente pode ter recursos humanos que realizem tarefas de manutenção
30.O cliente elabora as requisições de intervenção

31.A requisição de intervenção pode ter por alvo um ou mais bens
32.A requisição de intervenção fornece informação ao programa de manutenção, para que este a passe a considerar.
33.O plano fornece informação ao programa
34.O programa é constituido por tarefas programadas
35.Cada tarefa programada lança a ordem de trabalho relativa a uma intervenção
36.Um plano que afecte o programa de manutenção pode ser do tipo plano de manutenção sistemática, plano de manutenção correctiva, plano de manutenção condicionada/preditiva/proactiva, plano de obras, plano de produção, plano de formação ou plano de férias.
37.Os planos do tipo plano de manutenção sistemática, plano de manutenção correctiva, plano de manutenção condicionada/preditiva/proactiva, plano de obras e plano de produção são constituidos por tarefas planeadas.
38.Cada tarefa planeada tem uma preparação
39.Uma tarefa planeada pode ser efectuada sobre bens
40.O plano de formação é constituido por acções de formação planeadas
41.Cada acção de formação planeada tem por alvo os recursos humanos
42.O plano de férias é constituido por períodos de férias
43.Cada recurso humano pode ter períodos de férias

São descritas seguidamente as classes e os respectivos atributos, bem como as relações existentes entre essas classes, as quais têm uma correspondência directa ao modelo de objectos do modelo de intervenções, o qual está representado na figura 4.4.3.3.1/2.

Classes e Atributos

Classe: **Relatório**	:Relatório que é elaborado após a realização de uma intervenção.
Classe: **Intervenção**	:Intervenção
Atributo: designação	:Designação da intervenção.
Atributo: número	:Número da intervenção.
Atributo: tipo	:Classificação da intervenção no que respeita ao seu tipo.
Atributo: nível	:Classificação da intervenção quanto ao seu nível ou grau de complexidade
Classe: **Bem alvo**	:Bem alvo da intervenção
Atributo: denominação	:Nome do bem. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de bem.

	Atributo: designação	;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca do bem.
	Atributo: fabricante	;Nome do fabricante do bem. A seleccionar de uma tabela.
	Atributo: construtor	;Nome do construtor do bem. A seleccionar de uma tabela.
	Atributo: código	;Código atribuido internamente ao bem.
Classe:	**Requisição de intervenção**	;Requisição de realização de uma intervenção
	Atributo: tipo	;Tipo de intervenção que é requisitada, podendo por exemplo ser de reparação, ou de verificação, ou ainda de calibração.
	Atributo: data	;Data da requisição
	Atributo: hora	;Hora da requisição
	Atributo: prioridade	;Grau de prioridade da intervenção
	Atributo: serviço	;Definição do serviço de apoio que deve intervir. Neste ponto define-se qual é a especialidade que deve, em princípio realizar a intervenção.
	Atributo: descrição	;Definição do que é que se pretende que seja realizado
	Atributo: sintomas	;No caso de intervenções de reparação é fundamental comunicar quais são os sintomas da avaria
	Atributo: id. receptor	;Identificação do receptor da requisição
	Atributo: data recepção	;Data de recepção da requisição
	Atributo: data satisfação	;Data em que a requisição ficou satisfeita na totalidade
	Atributo: observações	;Outros dados de interesse relativos à requisição
Classe:	**Ferramenta utilizada**	;Ferramenta utilizada na intervenção
	Atributo: denominação	;Nome da ferramenta. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de ferramenta.
	Atributo: designação	;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca da ferramenta.
	Atributo: código	;Código atribuido internamente à ferramenta
Classe:	**Material aplicado**	;Material aplicado na intervenção
	Atributo: denominação	;Nome do material. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de material.
	Atributo: designação	;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca do material.

Atributo: modelo		;Modelo do material
Atributo: fornecedor		;Nome do fornecedor
Atributo: referência fornecedor		;Referência atribuida pelo fornecedor ao material
Atributo: fabricante		; Nome do fabricante do material
Atributo: referência fabricante		; Referência atribuida pelo fabricante ao material
Atributo: referência interna		; Referência atribuida internamente ao material
Atributo: quantidade		; Quantidade de material aplicado
Atributo: unidades		; Unidades da quantidade de material
Atributo: identificador req		;Identificador da requisição. É habitualmente um conjunto de caracteres alfanuméricos e que tornam única cada requisição.
Atributo: nº de linha		;Número da linha dentro da requisição de material
Atributo: data requisição		;Data da requisição
Atributo: data de entrega		;Data da entrega da totalidade do material pedido na linha da requisição respectiva
Classe:	**Serviço efectuado**	;Serviço efectuado na intervenção
Atributo: identificador req		;Identificador da requisição. É habitualmente um conjunto de caracteres alfanuméricos e que tornam única cada requisição.
Atributo: nº de linha		;Número da linha dentro da requisição de serviços
Atributo: descrição		;Descrição do serviço realizado
Atributo: fornecedor		;Nome do fornecedor do serviço
Atributo: data requisição		;Data da requisição
Atributo: duração		;Duração da prestação do serviço
Atributo: data início		;Data efectiva de início da prestação do serviço
Atributo: hora início		;Hora efectiva de início da prestação do serviço
Atributo: data fim		;Data efectiva de fim da prestação do serviço
Atributo: hora fim		;Hora efectiva de fim da prestação do serviço
Atributo: responsável		;Nome do recurso humano, pertencente à empresa, responsável pelo serviço
Classe:	**Recurso humano utilizado**	;Recurso humano utilizado na intervenção
Atributo: nome		;Nome do recurso humano utilizado
Atributo: nº interno		;Nº interno do recurso humano utilizado
Atributo: serviço		;Serviço de apoio no qual está integrado em termos organizacionais
Atributo: especialidade		;Especialidade do recurso humano
Classe:	**Tempo recurso humano**	;Tempo do recurso humano utilizado na intervenção
Atributo: data início		;Data de início da intervenção do rec humano
Atributo: hora início		;Hora de início da intervenção do rec humano
Atributo: data fim		;Data de fim da intervenção do rec humano
Atributo: hora fim		;Hora de fim da intervenção do rec humano

Classe: **Acção por componente**	;Acções por componente realizadas
Atributo: denominação	;Nome da acção. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de acção.
Atributo: designação	;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca da acção.
Atributo: código	;Código atribuido internamente à acção
Atributo: descrição	;Descrição da acção a realizar.
Atributo: observações	;Outros dados de interesse para a acção
Atributo: duração	;Tempo de realização da acção.
Classe: **Custo**	;Custo
Atributo: valor	;Valor do custo
Atributo: unidades	;Unidades do valor
Classe: **Custo total**	;Custo total da intervenção
Atributo: valor	;Valor do custo
Atributo: unidades	;Unidades do valor
Classe: **Custo mão-de-obra**	;Custo da mão de obra da intervenção
Atributo: valor	;Valor do custo
Atributo: unidades	;Unidades do valor
Classe: **Custo materiais**	;Custo dos materiais da intervenção
Atributo: valor	;Valor do custo
Atributo: unidades	;Unidades do valor
Classe: **Custo serviços**	;Custo dos serviços da intervenção
Atributo: valor	;Valor do custo
Atributo: unidades	;Unidades do valor
Classe: **Planeada**	;Classe das intervenções planeadas
Classe: **Duração comparativa**	;Duração da intervenção
Atributo: prevista	;Duração prevista no plano
Atributo: efectiva	;Duração efectiva da intervenção
Atributo: diferença	;Diferença entre o planeado e o efectivo
Atributo: unidades	;Unidades das durações e da diferença
Classe: **Início comparativo**	;Início da intervenção.
Atributo: data início prevista	;Data de início planeada para a intervenção
Atributo: hora início prevista	;Hora de início planeada para a intervenção
Atributo: data início efectiva	;Data de início efectiva da intervenção

Atributo: hora início efectiva ;Hora de início efectiva da intervenção

Classe: **Fim comparativo** ;Fim da intervenção.
Atributo: data fim prevista ;Data de fim planeada para a intervenção
Atributo: hora fim prevista ;Hora de fim planeada para a intervenção
Atributo: data fim efectiva ;Data de fim efectiva da intervenção
Atributo: hora fim efectiva ;Hora de fim efectiva da intervenção

Classe: **Preparada** ;Classe das intervenções preparadas

Classe: **Custo comparativo** ;Custo comparativo da intervenção
Atributo: custo previsto ;Valor do custo previsto
Atributo: custo efectivo ;Valor do custo efectivo
Atributo: unidades ;Unidades dos custos

Classe: **Preparação utilizada** ;Preparação utilizada numa intervenção
Atributo: designação ;Designação da preparação
Atributo: número ;Número da preparação
Atributo: tipo ;Classificação da preparação no que respeita ao seu tipo, podendo ser uma preparação tipo ou uma preparação específica
Atributo: tipo de intervenção ;Tipo de intervenção à qual se destina a preparação
Atributo: nível da intervenção ; Nível da intervenção à qual se destina a preparação
Atributo: data de elaboração ; Data da elaboração da preparação
Atributo: revisão ; Código de revisão da preparação
Atributo: tempo previsto ; Tempo previsto para a preparação
Atributo: descrição ; Descrição da preparação
Atributo: observações ; Outros dados de interesse, ou chamadas de atenção relativas à preparação

Classe: **Material comparativo** :Comparação do material que estava previsto aplicar e o que realmente foi aplicado
Atributo: denominação :Nome do material. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de material.
Atributo: designação :É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca do material.
Atributo: modelo :Modelo do material
Atributo: fabricante ; Nome do fabricante do material
Atributo: referência fabricante ; Referência atribuida pelo fabricante ao material
Atributo: referência interna ; Referência atribuida internamente ao material
Atributo: quantidade prevista ; Quantidade de material prevista na preparação

	Atributo: quantidade efectiva	; Quantidade de material efectivamente gasta na intervenção
	Atributo: diferença	; Diferença entre a quantidade de material prevista na preparação e a que efectivamente foi gasta
	Atributo: unidades	; Unidades das quantidades de material
Classe:	**Serviço comparativo**	;Comparação dos tempos custos previstos relativamente ao serviço da intervenção
	Atributo: descrição realizar	;Descrição do serviço previsto realizar
	Atributo: descrição realizado	;Descrição do serviço realizado
	Atributo: diferença	;Diferença entre o serviço a realizar e o serviço realizado
	Atributo: fornecedor	;Nome do fornecedor do serviço
Classe:	**Rec humano comparativo**	;Comparação do nº de recursos humanos previstos para intervenção
	Atributo: serviço	;Serviço de apoio no qual está integrado em termos organizacionais
	Atributo: especialidade	;Especialidade do recurso humano
	Atributo: quantidade prevista	;Quantidade prevista de recursos humanos
	Atributo: quantidade efectiva	:Quantidade efectiva de recursos humanos
	Atributo: diferença	:Diferença no nº de recursos humanos previsto e efectivo por serviço de apoio e por especialidade
Classe:	**Acção por componente realizada**	:Acções por componente que não foram **não** realizadas apesar de estarem preparadas
	Atributo: denominação	:Nome da acção. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de acção.
	Atributo: designação	:É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca da acção.
	Atributo: código	;Código atribuido internamente à acção
	Atributo: descrição	:Descrição da acção a realizar.
	Atributo: tempo previsto	;Tempo previsto para a realização da acção.
Classe:	**Requisitada**	:Classe das intervenções requisitadas
Classe:	**Não preparada**	;Classe das intervenções não preparadas
Classe:	**Correctiva**	:Classe das intervenções de manutenção correctiva
Classe:	**Sintoma**	:Sintoma da avaria. ou falha
	Atributo: descrição	:Descrição do sintoma.

Classe: **Função**	;Função que é desempenhada (RCM)
Atributo: descrição	;Descrição da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Classe: **Falha funcional**	;Falha da função que é desempenhada (RCM)
Atributo: descrição	;Descrição falha da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Classe: **Modo de falha**	;Modo de falha da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Atributo: descrição	;Descrição do modo da falha da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Classe: **Efeito de falha**	;Efeito da falha da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Atributo: descrição	;Descrição do efeito da falha da função que é desempenhada (RCM) pela entidade
Classe: **Preventiva**	;Classe das intervenções de manutenção preventiva
Classe: **Com paragem**	;Classe das intervenções que implicam uma paragem
Classe: **Sem paragem**	;Classe das intervenções que não implicam uma paragem
Classe: **Tipo comparativo**	;Tipo comparativo de paragem
Atributo: tipo previsto	;Tipo de paragem previsto - parcial ou total
Atributo: tipo efectivo	;Tipo de paragem efectivo - parcial ou total
Classe: **Tempo comparativo**	;Tempo comparativo de paragem
Atributo: tempo previsto	;Tempo de paragem previsto
Atributo: tempo efectivo	;Tempo de paragem efectivo
Atributo: diferença	;Diferença entre o tempo de paragem previsto e o efectivo
Classe: **Motivo**	;Motivo para a ocorrência de um evento ou de uma situação
Atributo: descrição	;Descrição do motivo
Classe: **Acção recomendada**	;Acção recomendada para corrigir uma determinada situação
Atributo: descrição	;Descrição da acção recomendada
Atributo: responsável	;Responsável pela implementação da acção recomendada

Atributo: prazo ;Prazo para a implementação da acção recomendada.

Associações

1.Um relatório está associado a uma intervenção
2.Uma intervenção pode ter o registo das ferramentas utilizadas
3.Uma intervenção pode ter registo de requisições de intervenção recebidas
4.Uma intervenção pode ser efectuada sobre um ou mais bens alvo
5.Uma intervenção pode ter o registo de acções recomendadas
6.Uma intervenção tem o registo do seu custo total o qual é constituido pelo custo da mão-de-obra, e nalguns casos pelo custo dos materiais e pelo custo dos serviços contratados ao exterior.
7.Uma intervenção pode ter o registo dos materiais aplicados
8.Cada material aplicado na intervenção tem o registo do seu custo
9.Uma intervenção pode ter o registo dos serviços efectuados
10.Cada serviço efectuado na intervenção tem o registo do seu custo
11.Uma intervenção tem o registo do trabalho de pelo menos um recurso humano utilizado na execução da intervenção
12.Cada recurso humano utilizado na intervenção tem o registo de pelo menos um tempo do recurso humano, o qual corresponde ao tempo em que o recurso humano esteve a executar trabalho para a intervenção
13.Cada recurso humano utilzado na intervenção tem o registo do seu custo
14.Cada intervenção pode ter o registo das acções por componente realizadas
15.Cada acção por componente realizada tem o registo do bem alvo
16.Uma intervenção pode ser planeada ou requisitada. As planeadas também podem ter sido requisitadas mas as requisitadas não foram planeadas.
17.Uma intervenção planeada tem o registo da duração comparativa
18.A diferença da duração comparativa pode ter registo de motivos
19.Uma intervenção planeada tem o registo do início comparativo
20.A diferença do início comparativo pode ter registo de motivos
21.Uma intervenção planeada tem o registo do fim comparativo
22.A diferença do fim comparativo pode ter registo de motivos
23.Uma intervenção planeada pode ser preparada ou não preparada
24.Uma intervenção requisitada pode ser preparada ou não preparada
25.Uma intervenção preparada tem o registo da preparação utilizada
26.Uma intervenção preparada tem o registo do custo comparativo
27.A diferença do custo comparativo pode ter registo de motivos
28.Uma intervenção preparada pode ter o registo do material comparativo. Ou seja a comparação entre o material que estava previsto aplicar e o que efectivamente foi aplicado.
29.A diferença do material comparativo pode ter registo de motivos
30.Uma intervenção preparada pode ter o registo dos serviços comparativos. Ou seja a comparação, relativamente a cada serviço, do que estava previsto realizar e o que efectivamente foi realizado.
31.A diferença do serviço comparativo pode ter registo de motivos

32. Uma intervenção preparada pode ter o registo dos recursos humanos em termos comparativos. Ou seja a comparação, relativamente a cada especialidade e serviço, da quantidade de mão-de-obra interna que estava previsto utilizar e o que efectivamente foi utilizado.
33. A diferença dos recursos humanos comparativos pode ter registo de motivos
34. Uma intervenção preparada pode ter o registo das acções por componente não realizadas.
35. Cada acção por componente não realizada pode ter registo de motivos
36. Cada motivo pode ter o registo de acções recomendadas
37. Uma intervenção não preparada só pode ser de manutenção correctiva
38. Cada intervenção preparada pode ser de manutenção correctiva ou preventiva
39. Uma intervenção de manutenção correctiva pode ter o registo dos sintomas.
40. Cada sintoma pode ter o registo de falhas funcionais
41. Uma falha funcional tem sempre o registo de uma função associada
42. A função tem sempre o registo do bem ao qual diz respeito
43. Uma falha funcional pode ter modos de falha
44. Um modo de falha pode ter causas de falha
45. Uma intervenção de manutenção correctiva pode ter ou não paragem
46. Uma intervenção de manutenção preventiva pode ter ou não paragem
47. Uma intervenção de manutenção com paragem tem um tipo comparativo
48. O tipo comparativo, ou seja a comparação entre o tipo de paragem prevista e o que realmente se verificou, pode ter motivos.
49. Uma intervenção de manutenção com paragem tem um tempo comparativo
50. O tempo comparativo, ou seja a diferença entre o tempo de paragem prevista e o que realmente se verificou, pode ter motivos.

4.4.3.4 - Modelo de Recursos Humanos

4.4.3.4.1 - Diagrama do Modelo de Objectos

O diagrama do modelo de objectos, relativo ao modelo de recursos humanos é apresentado na figura 4.4.3.4.1/1.

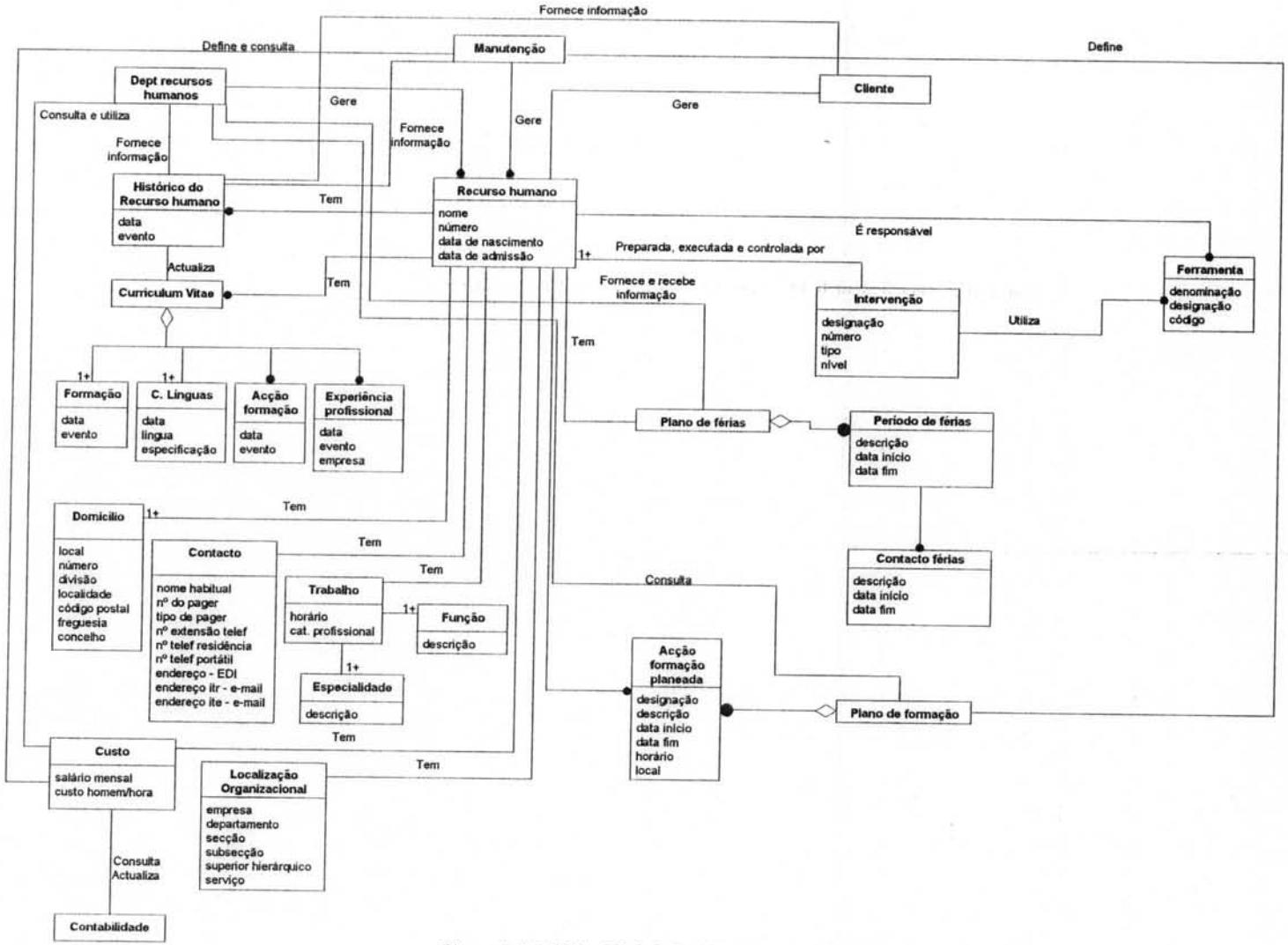


Figura 4.4.3.4.1/1 - Modelo de Objectos - Modelo de Recursos Humanos

4.4.3.4.2 - Dicionário de Dados do Modelo de Objectos

São descritas seguidamente as classes e os respectivos atributos, bem como as relações existentes entre essas classes, as quais têm uma correspondência directa ao modelo de objectos do modelo de recursos humanos.

Classes e Atributos

Classe:	**Recurso humano**	;Recursos humanos que executam actividades relacionadas com a manutenção.
	Atributo: nome	;Nome do recurso humano
	Atributo: número	;Número interno do recurso humano
	Atributo: data de nascimento	;Data de nascimento do recurso humano
	Atributo: data de admissão	;Data de admissão do recurso humano
Classe:	**Ferramenta**	;Ferramenta
	Atributo: denominação	;Nome da ferramenta. Este nome deve ser seleccionado a partir de uma tabela de denominações por forma que não existam vários nomes diferentes para o mesmo tipo de ferramenta.
	Atributo: designação	;É constituida pela denominação e por outros dados que sejam significativos para a identificação clara e inequívoca da ferramenta.
	Atributo: código	;Código atribuido internamente à ferramenta
Classe:	**Intervenção**	;Intervenção
	Atributo: designação	;Designação da intervenção.
	Atributo: número	;Número da intervenção.
	Atributo: tipo	;Classificação da intervenção no que respeita ao seu tipo.
	Atributo: nível	;Classificação da intervenção quanto ao seu nível ou grau de complexidade
Classe:	**D. recursos humanos**	;Classe representativa da entidade organizacional Departamento de Recursos Humanos
Classe:	**Manutenção**	;Entidade organizacional manutenção
Classe:	**Cliente**	;Entidade organizacional cliente
Classe:	**Histórico recurso humano**	;Historial do recurso humano
	Atributo: data	;Data da ocorrência do evento
	Atributo: evento	;Descrição do evento

Classe:	**Curriculum vitae**	;Conjunto de informações relevantes sobre um recurso humano, referentes ao seu historial
Classe:	**Formação**	;Formação do recurso humano
	Atributo: data	;Data da ocorrência do evento
	Atributo: evento	;Descrição da acção de formação
Classe:	**Conhecimento línguas**	;Conhecimento de língua de um recurso humano
	Atributo: língua	;Denominação da língua
	Atributo: data	;Data da constatação de conhecimento sobre a língua
	Atributo: especificação	;Descrição do nível de conhecimento demonstrado
Classe:	**Acção de formação**	;Acção de formação em que o recurso humano participou como formador
	Atributo: data	;Data da ocorrência do evento
	Atributo: evento	;Descrição da acção de formação
Classe:	**Experiência profissional**	;Funções que o recurso humano desempenhou
	Atributo: data	;Data da ocorrência do evento
	Atributo: evento	;Descrição das funções desempenhadas
	Atributo: empresa	;Empresa onde ocorreu o evento
Classe:	**Domicílio**	;Residência do recurso humano
	Atributo: local	;Local do domicilio. que pode ser uma rua uma avenida ou outra.
	Atributo: número	;Número da porta
	Atributo: divisão	;Divisão do edificio à qual corresponde o domicilio. que pode ser o andar. a sala. ou outro.
	Atributo: localidade	;Localidade onde se situa a residência
	Atributo: código postal	;Código postal completo da localidade
	Atributo: freguesia	;Freguesia onde se situa a residência
	Atributo: concelho	;Concelho ao qual pertence a freguesia da residência
	Atributo: região	;Região à qual pertence o Concelho onde se situa a residência
Classe:	**Contacto**	;Formas de contactar o recurso humano
	Atributo: nome habitual	;Nome pelo qual o recurso humano é habitualmente conhecido
	Atributo: nº do pager	;Nº do pager
	Atributo: tipo de pager	;O pager pode ser do tipo interno externo e dentro de cada um desses tipos pode ser numérico ou alfanumérico.
	Atributo: nº ext. telefónica	;Número da extensão telefónica interna onde pode ser contactado
	Atributo: nº telef residência	;Número de telefone da residência

	Atributo: nº telef portátil	;Número do telefone portátil
	Atributo: endereço EDI	;Endereço do correio electrónico EDI
	Atributo: endereço itr-e-mail	;Endereço e-mail da intranet
	Atributo: endereço ite-e-mail	;Endereço e-mail da internet
Classe:	**Trabalho**	;Definição do trabalho executado pelo recurso humano
	Atributo: horário	;Especificação do horário praticado pelo recurso humano
	Atributo: cat. profissional	;Categoria profissional do recurso humano
Classe:	**Função**	;Função desempenhada pelo recurso humano
	Atributo: descrição	;Descrição da função
Classe:	**Especialidade**	;Especialidades do recurso humano, pode ou não aplicar no seu trabalho
	Atributo: descrição	;Descrição da especialidade
Classe:	**Plano de formação**	;Plano de formação dos recursos humanos
Classe:	**Plano de férias**	;Plano de férias dos recursos humanos
Classe:	**Acção formação planeada**	;Acção de formação que está planeada.
	Atributo: designação	;Nome da acção de formação
	Atributo: descrição	;Definição da acção de formação
	Atributo: data início	;Data de inicio planeada para a acção de formação
	Atributo: data fim	;Data de fim planeada para a acção de formação
	Atributo: horário	;Horário do curso
	Atributo: local	;Local de realização do curso
Classe:	**Período de férias**	;Período de férias planeado
	Atributo: descrição	;Definição do período de férias
	Atributo: data início	;Data de inicio planeada para o período de férias
	Atributo: data fim	;Data de fim planeada para o período de férias
Classe:	**Contacto férias**	;Contacto duarnte o período de férias planeado
	Atributo: descrição	;Definição da forma de contactar
	Atributo: data início	;Data de início prevista para o funcionamento do contacto de férias
	Atributo: data fim	;Data de fim prevista para o funcionamento do contacto de férias
Classe:	**Custo homem**	;Custos de cada recurso humano
	Atributo: salário mensal	;Salário mensal do recurso humano
	Atributo: custo homem/hora	;Custo do recurso humano por hora

Classe: **Contabilidade** ;Entidade organizacional contabilidade

Classe: **Localização organizacional** ;Localização do recurso humano dentro da estrutura organizativa da empresa

Atributo: empresa ;Empresa do recurso humano
Atributo: departamento ;Departamento do recurso humano
Atributo: secção ;Secção do recurso humano
Atributo: subsecção ;Subsecção do recurso humano
Atributo: responsável ;Nome do responsável directo dentro da empresa pelo recurso humano
Atributo: serviço ;Serviço ao qual pertence o recurso humano

Associações

1.Um recurso humano pode ter eventos históricos
2.O cliente gere recursos humanos
3.A manutenção gere recursos humanos
4.O departamento de recursos humanos gere recursos humanos
5.Cada recurso humano pode ser responsável por ferramentas
6.A intervenção utiliza ferramentas
7.Cada intervenção é preparada, executada e controlada por um ou mais recursos humanos
8.Cada recurso humano tem um plano de férias
9.Um plano de férias é constituido por periodos de férias
10.Durante um periodo de férias o recurso humano pode ter vários contactos de férias
11.O dep. recursos humanos fornece informação sobre e recebe o plano de férias. O plano de férias da empresa é habitualmente diferente do plano de férias da manutenção.
12.O recurso humano tem curriculum vitae
13.O histórico do recurso humano actualiza o seu curriculum vitae
14.O curriculum vitae é composto por uma ou mais acções de formação em que participou, pelos conhecimentos de línguas, pelas acções de formação em que foi formador e pelos eventos de experiência profissional
15.Um recurso humano tem pelo menos um domicilio
16.Um recurso humano tem um contacto
17.Cada recurso humano tem caracteristicas do seu trabalho
18.O trabalho do recurso humano tem funções que este desempenha
19.O trabalho do recurso humano tem as suas especialidades profissionais
20.Cada recurso humano tem um custo associado
21.O custo do recurso humano é definido pela manutenção
22.O custo do recurso humano é consultado e utilizado pelo dep. recursos humanos
23.O custo do recurso humano é consultado e actualizado pela contabilidade
24.Um recurso humano está integrado numa organização tendo, portanto, uma localização organizacional.
25.Cada recurso humano pode ter acções de formação planeadas

26.O plano de formação é constituido por acções de formação planeadas

27.O plano de formação é consultado pelo dep recurso humanos

28.A manutenção define o plano de formação dos recursos humanos no que respeita à manutenção

29.O dep. recursos humanos, a manutenção e o cliente podem consultar o histórico do recurso humano

4.5 -Aspectos de Implementação

A implementação do modelo integrado da manutenção industrial passa por um conhecimento inicial profundo do sistema de manutenção. O modelo não vai por si só resolver os problemas de qualquer manutenção industrial, mas pode ser utilizado como uma ferramenta para a implementação da mudança. Foi realizada uma clara tentativa de tornar o modelo independente de qualquer tipo de estrutura organizacional, uma vez que cada empresa é um caso particular e como tal não é possível estabelecer abstracções generalistas. Foram contudo considerados os interfaces entre a manutenção e as entidades, habitualmente consideradas como funções, dentro de uma estrutura empresarial do tipo industrial.

A manutenção industrial é um sistema bastante complexo que exige a consideração de um enorme conjunto de factores para que sejam tomadas as decisões mais correctas em cada momento. Estar consciente da complexidade do sistema, o que implica o conhecimento profundo de toda a organização e do seu funcionamento, acaba por ser uma condição para se iniciar um processo de implementação de qualquer processo de melhoria.

A interdependência da função manutenção e consequentemente do sistema de manutenção industrial, relativamente às demais funções da empresa e ao exterior, é muito grande quando comparado com outras funções da empresa uma vez que a manutenção acaba por ser um conjunto de serviços. Na maior parte dos casos a manutenção apesar de produtiva, isto quando a analisamos conceptualmente no contexto da empresa, acaba por, efectivamente, nada produzir autonomamente, o que a coloca como alvo preferencial dos responsáveis que têm funções relacionadas com a gestão económica da empresa.

O modelo da manutenção industrial acaba por necessitar de construir, de uma forma integrada, um modelo da empresa, no que respeita aos seus bens, e às funções que integra, por forma a tornar possível a gestão desses bens nas múltiplas facetas que estes apresentam. Como se definiu anteriormente a manutenção é uma área que, para ser optimizada até ao seu "ideal", acaba por se tornar extremamente complexa e a obrigar à existência de um adequado conjunto de conhecimentos, quer técnicos, quer de organização e gestão, quer comportamentais sem os quais esta função apenas atinge um estado medíocre, em que todos os intervenientes afirmam que esta vai funcionando e que, em termos finais, é habitualmente traduzida em maus indicadores e elevados custos de manutenção. Convém referir que os custos de qualidade, ou de não qualidade, assim como os custos resultantes de períodos de paragens de produção, devidos a má manutenção têm de ser considerados como custos de manutenção.

O modelo integrado da manutenção industrial é um modelo de informação que tem por objectivo prático permitir a criação de uma base de informação sustentável e de fácil manutenção, que apresente uma elevada flexibilidade e expansibilidade, para responder às alterações, quase permanentes, a que toda a estrutura da manutenção está sujeita no seu dia-a-dia. Neste contexto a informação a disponibilizar deve ser apenas a necessária e suficiente, evitando a transição de um sistema pobre em informação, que obrigava a gestão a basear-se em critérios subjectivos, vulgarmente designados por "apostas" ou sensações, e não em factos concretos, para um supersistema que seja tão pesado, e/ou complexo, que acabe por motivar o abandono do real objectivo de todo e qualquer gestor de manutenção que é a garantia da máxima disponibilidade dos equipamentos pelo menor custo possível.

Se efectuarmos uma abordagem ao nível da empresa temos que a gestão dos equipamentos, como é referido no TPEM, deve ter uma perspectiva mais abrangente a qual passa inevitavelmente por uma optimização da disponibilidade, conforme foi referido anteriormente, e também da taxa de qualidade assim como da eficiência de operação. Desta forma teremos que ter a noção que muitas das vezes é acusada a manutenção de não ter elevados índices de disponibilidade dos equipamentos quando existem enormes

dificuldades ao nível da produção e da qualidade, as quais se relacionam com os mais diversos factores, a começar pelos métodos de trabalho.

Basicamente o passo 0 que se deve dar em qualquer processo de optimização de uma qualquer função é a realização de um diagnóstico, o qual irá permitir a obtenção de informação significativa sobre quais as decisões a tomar no sentido de optimizar o funcionamento da manutenção industrial. O diagnóstico pode ser realizado por uma equipa interna ou por uma empresa externa, devendo ser tido em consideração, no momento da opção, que qualquer uma das formas de agir tem vantagens e desvantagens.

A aplicação do modelo não terá qualquer utilidade se, por exemplo, não existir uma política, ou uma estratégia ou mesmo uma organização capaz de manutenção. A criação de um sistema de informação que permita melhorar o desempenho da função, terá de estar suportado por uma organização devidamente concebida por forma a garantir que os dados recolhidos, que são convertidos em informação, sejam analisados e as medidas correctivas necessárias sejam devidamente desencadeadas e controladas.

Os recursos humanos, como é habitual, são o centro de todo o sistema, pelo que é com eles que todas as soluções devem ser devidamente ponderadas, porque são eles que irão efectuar o levantamento de dados e o respectivo registo e usufruir de todas as informações disponibilizadas pelo sistema.

O envolvimento de toda a estrutura da empresa é uma condição chave para o sucesso do processo. É fundamental iniciar-se, nesta fase, a preparação e a necessária evolução das mentalidades, recorrendo também à implementação de algumas actividades de "marketing" dentro da manutenção. Têm de ser criadas as necessárias sinergias de apoio à criação do modelo. Convirá referir que o modelo criado deve permitir a integração de todos os sectores que têm a necessidade de interagir com a manutenção, pelo que se torna necessário promover a troca de informação com as estruturas organizacionais dessas áreas.

Estando devidamente satisfeitas as condições para o arranque da construção do modelo podemos então passar para a fase seguinte. Nesta fase procede-se à criação do plano de trabalhos através do qual devemos definir as diferentes tarefas a executar, quem as executa, como as executa e quando deverão ser executadas. Deverá ser elaborado um macroprojecto no qual serão definidas as tarefas a executar e um subprojecto que deverá incluir o projecto piloto, referente a cada área da empresa, se esta possuir diferentes áreas de produção.

Dentro da metodologia global de implementação, integrada no projecto, devemos ter como passo inicial a criação da "fábrica virtual", ou seja, temos de criar os objectos tangíveis que existem na empresa. Para esta criação torna-se necessário elaborar uma lista completa de denominações ou designações de bens. Deve notar-se que esta lista será uma das bases de todo o sistema. Esta lista implicará que apenas existirá uma "linguagem" dentro da função manutenção.

Seguidamente deverão ser criadas as folhas de levantamento de dados que serão utilizadas na recolha dos dados dos bens. Essas folhas deverão ser baseadas nas superclasses de bens, equipamentos, máquinas, edifícios e componentes. Os restantes dados que devem ser recolhidos têm de ser definidos casuisticamente, uma vez que dependem do tipo de equipamento, sendo apresentados os exemplos dos motores eléctricos, como componentes rotáveis, que podem ser seguidos ao longo de toda a sua existência dentro da empresa, e dos rolamentos como componentes não rotáveis, ou seja, que não é significativo garantir-se o historial, em termos de troca de local de utilização, ou aplicação.

A enorme diversidade de componentes faz com que um modelo de manutenção seja sempre um modelo não acabado, sendo esta uma das mais importantes razões para que a modelação orientada ao objecto seja a melhor solução para a modelação da manutenção industrial, pois desta forma podemos garantir uma reutilização dos modelos criados em diferentes equipamentos. Sendo um componente um objecto numa máquina ele pode ser transferido para uma outra, ou inclusivamente copiado a partir de um outro existente numa outra máquina.

das diferentes situações, tendo em conta uma série de importantes factores, como sejam, por exemplo, a existência de uma aplicação de manutenção na empresa, o tempo do projecto, a dimensão da empresa.

5 - CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

As crescentes exigências no que respeita à qualidade dos produtos que tem de ser clara e inequivocamente garantida, obtida ao mais baixo custo, cumprindo os prazos assumidos, têm implicado alterações profundas no mundo industrial.

As empresas para sobreviverem têm de criar vantagens competitivas relativamente às suas concorrentes. Já não é suficiente satisfazer as necessidades e expectativas do cliente, pois isso já quase todos conseguem, o que é fundamental é "encantar" o cliente.

Para que seja possível ser a melhor é necessário que toda a empresa funcione correctamente. O conceito de empresa tem de estar intimamente ligado ao conceito de trabalho em equipa, ou trabalho em grupo, por forma que seja possível tirar partido de todas as potencialidades que uma metodologia sinergética. Nesta perspectiva, como os diferentes sectores das empresas, pelo menos as de média e de grande dimensão, estão habitualmente separados fisicamente, para se trabalhar em equipa é necessário dispor da informação necessária, no local certo, no momento mais conveniente.

A Manutenção Industrial tem um papel fulcral na gestão dos equipamentos produtivos, principalmente pelo seu conhecimento do equipamento e dos respectivos problemas, mas também porque, é capaz de garantir uma determinada disponibilidade dos equipamentos, assumindo-se portanto uma função produtiva. Fica claro que a manutenção e o seu principal cliente, a produção têm de trabalhar em conjunto, ou em grupo, para tornar possível uma optimização da eficiência do equipamento, como é preconizado na abordagem TPM.

O cliente da manutenção industrial tem a necessidade, de conhecer os custos da manutenção, para poder calcular os custos por unidade produzida ou para decidir se compensa ou não substituir um dado equipamento, de conhecer os indicadores no que respeita à fiabilidade dos equipamentos, para assim conseguir planear e fornecer prazos de entrega e ainda os indicadores que espelham a qualidade dos sistemas de medição, ensaio e controlo.

A quantidade de informação que deve ser disponibilizada pelo sistema da manutenção, para a sua própria gestão e para informar os seus clientes, implica uma necessidade de um grande e pesado sistema que só terá um bom desempenho, ou seja só fornecerá informação significativa se tiver um auxílio de computadores.

A gestão da manutenção tem de receber e fornecer informações das e às restantes funções da empresa, sendo umas fornecedoras e outras clientes. Esta forma de abordar a questão permite tornar evidente que a manutenção tem de ser analisada de um modo integrado, ou seja, como uma entidade que é uma parte integrante da mecânica do sistema. O funcionamento da manutenção com base em clientes e fornecedores vem criar uma nova forma de abordar a função, uma vez que esta era considerada "como um mal necessário".

As novas abordagens, TPM ou RCM apontam claramente no sentido do aumento da ligação entre as principais funções manutenção e produção, isto quando efectuamos uma análise na perspectiva da manutenção. Esta prática tem vindo a obrigar a uma maior necessidade de registo de dados, quer pelos operadores, quer pelos homens da manutenção, para que seja disponibilizada a informação significativa no momento certo.

Gerir a manutenção e/ou a produção é actualmente sinónimo de obrigatoriedade de dispor da informação significativa no momento certo, para o que é indispensável possuir um sistema de manutenção assistido por computador.

A realidade aponta no sentido da obrigatoriedade da utilização de um sistema de informação assistido por computador. Será que possuir um sistema deste tipo é suficiente para que seja criada a vantagem competitiva na manutenção ? A resposta é um claro não. Sem uma organização capaz, ou seja, sem uma estrutura devidamente montada não é possível usufruir de todas as vantagens que um sistema deste tipo permite.

Se uma empresa está interessada em optimizar a sua manutenção, o método de análise passa pela realização de um diagnóstico à função, o qual permite obrigatoriamente, chegar às melhores soluções, no que respeita à organização e à gestão que devem ser implementadas.

A técnica de modelação orientada ao objecto vem permitir um aumento significativo da possibilidade de reutilização do desenvolvimento efectuado. É possível, e foi já comprovado na prática, que a simples utilização de um modelo orientado ao objecto venha a permitir à empresa poupar bastante dinheiro em desenvolvimento, ao fim de pouco tempo, isto devido à reutilizabilidade. Na manutenção, principalmente no caso de máquinas e de componentes rotáveis, que são entidades consideradas "indivíduos" ao longo de toda a sua vida e que podem ser substituidos no caso de existir uma avaria ou se proceder a uma intervenção de manutenção preventiva, é evidente a vantagem da sua aplicação.

A criação de um modelo irá permitir, a qualquer manutenção de qualquer empresa, a construção de um sistema que corresponda às suas necessidades e que possibilite a utilização de uma forma optimizada de um sistema de gestão de manutenção assistida por computador já existente ou que venha a ser desenvolvido especificamente.

O modelo criado é um modelo não acabado porque apenas foi construido o modelo de objectos, o qual é a base de todo o sistema, não tendo sido elaborados o modelo funcional e o modelo dinâmico, que facilmente podem ser construidos a partir deste. Para além disto as classes de objectos consideradas são apenas exemplos, ou seja, são uma lista não exaustiva dos componentes existentes. Uma vez completado o desenvolvimento do modelo, as classes de objectos criadas são utilizadas por qualquer utilizador que possua o modelo. Desta forma irá criar-se uma base de dados de componentes e máquinas que vai sendo enriquecida à medida que vão sendo criados mais entidades, ou seja mais classes de objectos.

Os sistemas disponíveis comercialmente têm evoluido mas ainda não chegaram todos ao estado de desenvolvimento em que exista a possibilidade da utilização da topologia cliente/servidor a qual permite a existência de bases de dados distribuidas, o que implica uma alteração completa da forma como até hoje foram concebidas as redes.

Verifica-se actualmente que a dependência, por parte da produção e da manutenção, dos equipamentos de medição está a crescer. A manutenção começa a ficar dependente de sistemas de controlo de condição que num futuro próximo serão uma obrigação para quem pretende evoluir. A produção, devido a todas as exigências de qualidade vai evoluindo no sentido do controlo integral do processo de fabrico através de meios automáticos. Todos estes factores reunidos fazem com que a metrologia industrial seja um dos pontos em que uma empresa se pode destacar pela positiva, necessitando apenas de possuir um sitema de informação devidamente montado, para além do equipamento e dos recursos humanos adequados, todos estes inseridos numa organização correctamente definida.

As rápidas evoluções tecnológicas que implicaram, logicamente, exigências ao nível da metrologia, por exemplo, mas que se estendem até à automação industrial, isto no que respeita aos recursos humanos, estão a obrigar ao aparecimento de novos "especialistas generalistas" que poderiam chamar-se de "electro-mecatrónicos", os quais deverão ser especialistas de sistemas que integrem electricidade, electrónica e mecânica. Estes deverão ser os sucessores dos técnicos que actualmente se designam por electromecânicos, e que estão já a ser dos mais procurados pelos empregadores para a área da manutenção e da automação industrial.

Por outro lado, os recursos humanos da manutenção, como profundos conhecedores dos equipamentos, das novas tecnologias e dos processos estão actualmente a assumir-se como autênticos veículos de transferência de tecnologia.

A actual tendência para a implementação da abordagem TPM deverá alterar definitivamente a organização e a gestão da manutenção, da forma tradicional como a conhecemos, levando, no entender de

alguns especialistas, a que a médio prazo a manutenção dos equipamentos seja assegurada, em quase todos os níveis, principalmente até ao terceiro, pelos operadores dos equipamentos.

As mentalidades irão evoluir, principalmente em Portugal, no sentido de uma maior proactividade na actividade diária dos técnicos de manutenção e produção.

Assim como toda a indústria a manutenção, que tem de ser considerada um dos seus principais componentes, está a sofrer uma mudança radical, que acaba por ser incentivada pela competitividade que existe actualmente e também pelo rápido progresso nas áreas da getão da manutenção. Contudo estas evoluções têm implicado um aumento significativo da dependência da gestão da manutenção relativamente aos sistemas de informação, o que será uma tendência que deverá acentuar-se, até porque já não deve faltar muito tempo para que seja, quase obrigatório, ter o sistema de manutenção certificado, à semelhança do que já acontece com a qualidade do processo de fabrico e, mais recentemente, com a certificação ambiental das empresas. Não nos podemos esquecer que a manutenção tem uma grande responsabilidade em qualquer uma das áreas.

BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Nr Seq	Tipo	Título	Autores	Editora	Língua	Ano
1	Artigo	Manutenção:políticas, objectivos e resultados	José Mnauel Dias	Revista da APMI	Portuguesa	1995
2	Artigo	Diagnóstico de avarias em sistemas automatizados	José Távora	Tecnotron	Portuguesa	1994 (?)
3	Norma	Concepts et définitions des activités de maintenance	AFNOR	AFNOR	Francesa	1994
4	Folheto	Manutenção Produtiva Total - TPM	Renault	Renault	Portuguesa	?
5	Livro	Manutenção Industrial Custo ou Benefício?	J.-P. Souris	LIDEL	Portuguesa	1990(orig) 1992(VP)
6	Manual	Planeamento da Manutenção Industrial	João Craveiro	MIIT	Portuguesa	1994
7	Manual	Gestão Informatizada da Manutenção	MIIT	MIIT	Portuguesa	1993
8	Manual	Organização da Manutenção	MIIT	MIIT	Portuguesa	1993
9	Manual	Técnicas de Controlo de Condição	MIIT	MIIT	Portuguesa	1994
10	Manual	Manual de Manutenção	TPE, S.A.	TPE, S.A.	Espanhola	?
11	Manual	Gestão da Manutenção	?	?	Portuguesa	?
12	"Paper"	Plan e implantação da sist de manut a base de comp	ASTREIN	ASTREIN	Portuguesa	?
13	Manual	Manutenção Industrial Anos "90"	Carlos Martins	U. M.	Portuguesa	1988
14	Livro	Redes Neuronales Artificiales	J. Hilera Victor Marti	ra-ma	Espanhola	1995
15	Livro	Objected-Oriented Modeling and Design	James Rambaugh	Prentice-Hall	Inglesa	1991
16	Livro	Enterprise-Wide Data Modelling	August-Wilhelm S.	Springer-Verlag	Inglesa	1989
17	Livro	Object-Oriented Software Engineering	George Wilkie	Addison-Wesley	Inglesa	1993
18	Manual	Organização e Gestão da Manutenção	João Pinto	Cenertec	Portuguesa	1995
19	Livro	A Practical Guide to Maintenence Engineering	C. L. Dunlop	Butterworths	Inglesa	1990
20	Livro	Cost Effective Maintenence	William T. File	Butterworth Heinemann	Inglesa	1991
21	Livro	Management Guide to Condition Monitoring in M	A. Davies	Institut. of Produc. Eng.	Inglesa	1990
22	Livro	Livro de Comunicações do 4º Cong. de Manut. Industr.	Vários	Institut. of Produc. Eng.	Portuguesa e Inglesa	1994
23	"Paper"	Pitie, Intelligent Database for Decision Making Supp in Maintenance of Industrial Components	M. Vrhoval J. O. Santos	ISQ	Inglesa	1994
24	"Paper"	Maintenance Information Systems an Assessment of General Requirements	Norman Fason	IAM	Inglesa	1995

Nr Seq	Tipo	Título	Autores	Editora	Língua	Ano
25	Livro	Introduction to TPM	S. Nakajima	Productivity	Inglesa	1988
26	Livro	Recueil de Normes Franceises - Maintenance Industriel	AFNOR	AFNOR	Francesa	1988
27	Livro	Gestão por Projectos - PMEUROPA - Guia Prático	AIP	AIP	Portuguesa	1992
28	Livro	Reliability-centred Maintenance	John Moubray	Butterworth Heinemann	Inglesa	1991
29	"Paper"	Ten Critical CMMS Mistakes	Plant Services	Plant Services	Inglesa	1996
30	Artigo	As 10 ideias que estão na moda	Jaime Fidalgo Cardoso	Exame Executive Digest	Portuguesa	1994
31	"Paper"	What is Practive Maintenance	Diagnetics	Diagnetics	Inglesa	1996
32	Comunicação	Análise de Óleos e Massas Lubrificantes em Serviço	Beatriz Graça	APMI - Livro 5º Cong.	Portuguesa	1996
33	Artigo	Medição de Vibrações, Avaliação dos Resultados das Medidas	Carlos Aroeira	Revista Manutenção	Portuguesa	?
34	Manual	Curso de Organização e Gestão da Manutenção	SGIE	SGIE	Portuguesa	1996