



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

**UNIDADE CIENTÍFICA E PEDAGÓGICA
DE CIÊNCIAS DE ENGENHARIA**

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROMECHANICA

**ESTUDO DA APLICABILIDADE DE UM MODELO DE
MANUTENÇÃO A UMA EMPRESA INDUSTRIAL DO
SECTOR DA METALOMECHANICA**



DOMINGOS MANUEL SILVA VIEIRA

**LICENCIADO EM ENGENHARIA ELECTROMECHANICA PELA
UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR**

MESTRADO EM ENGENHARIA ELECTROMECHANICA – 2º CICLO

JUNHO DE 2008

Dissertação realizada sob a orientação de
Carlos Manuel Pereira Cabrita
Professor Catedrático do Quadro
Departamento de Engenharia Electromecânica
Universidade da Beira Interior

Dedicada à minha esposa

Maria do Céu Silva Carvalho

ÍNDICE GERAL

RESUMO	V
ABSTRACT.....	V
AGRADECIMENTOS.....	VI
ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	VII
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - OBJECTIVOS E MÉTODO DE DESENVOLVIMENTO	2
3 - BREVE RETROSPECTIVA HISTÓRICA	5
3.1 - A Função Manutenção nas Empresas	9
3.1.1 - Definições e Conceitos	9
3.1.2 - Funções da Manutenção	9
3.1.3 - Fiabilidade e Manutenibilidade	11
3.1.4 - Relação entre Produção e Manutenção.....	14
3.1.5 - Estrutura da Manutenção nas Empresas	15
3.1.5.1 - Manutenção Centralizada	17
3.1.5.2 - Manutenção Descentralizada.....	18
3.1.5.3 - Manutenção Mista	19
3.1.5.4 - Considerações	19
3.1.6 - Estratégias das Empresas e da Manutenção	20
3.1.7 - Políticas de Manutenção	22
3.1.8 - Subcontratação	23
3.2 - Modelos de Manutenção.....	27
3.2.1 - Modelo <i>TPM</i>	28
3.2.1.1 - Pilares do Modelo <i>TPM</i>	31
3.2.1.2 - Manutenção Autónoma.....	34
3.2.1.3 - Conceito Básico dos 5 <i>S</i> 's.....	37
3.2.1.4 - Eficiência Global do Equipamento	39
3.2.1.5 - Resultados da Implementação do <i>TPM</i>	42
3.2.2 - Modelo <i>RCM</i>	44
4 - APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	48
4.1 - Instalações	48
4.2 - Nota Introdutória	49
4.3 - Principais Actividades	50
4.4 - Lista de Referências.	51
4.5 - Número de Colaboradores	52
4.6 - Meios de Elevação e Transporte	53
4.7 - Equipamentos Existentes na Empresa	53
4.8 - Estrutura Organizacional.....	54
4.9 - Descrição das Áreas da Produção.....	56
4.10 - Actuação da Área da Manutenção.....	66
5 - PROPOSTA PARA A APLICABILIDADE DO MODELO	67
5.1 - Introdução	67
5.2 - Custos da Manutenção.....	69

5.3 - Propostas a Aplicar.....	74
5.3.1 - Alteração do Sector da Manutenção.....	74
5.3.2 - Implementação do Modelo.....	76
5.3.3 - Elaboração do Planeamento da Manutenção.....	79
5.3.4 - Interação entre os Planeamentos.....	81
5.3.5 - Estruturação do Sector da Manutenção.....	82
5.3.6 - Interação entre os Sectores.....	84
5.3.7 - Organização das Equipas da Manutenção.....	85
5.3.8 - Organização dos Postos de Trabalho.....	86
5.3.9 - Mais Participação da Manutenção Autónoma.....	88
5.3.10 - Divisão das Tarefas por Sectores.....	90
5.3.11 - Criação de Processos de Comunicação.....	92
5.3.12 - Uniformização dos Tempos de Paragens.....	95
5.3.13 - Elaboração de Tabelas de Registos.....	96
5.3.14 - Criação de Indicadores de Desempenho.....	96
5.3.15 - Elaboração do Processo de Qualificação.....	97
5.3.16 - Envolvimento dos Gestores e Profissionais.....	99
6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
6.1 - Resultados Esperados.....	100
6.2 - Recomendações para Trabalhos Futuros.....	102
BIBLIOGRAFIA.....	103

RESUMO

Este trabalho aborda um estudo para a aplicabilidade de um modelo de manutenção a uma empresa industrial do sector da metalomecânica, em que a área de manutenção dos equipamentos de produção passará por um processo interno de reestruturação, alterando a forma de actuação actual para uma nova metodologia onde a agregação ao sector da produção é o objectivo principal.

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

Palavras-chave: Manutenção, Manutenção Autónoma, Produção, Integração, Valorização.

ABSTRACT

This present work approaches a study for applicability of a model of maintenance to an industrial company of the sector of the metal-mechanics, where the area of equipment maintenance for production will pass for an internal process of reorganization, modifying the form of current actuation for a new methodology where the aggregation to the production sector is the main objective.

In this new scene, it considers a reevaluation of the activities and responsibilities of involved with the activities of maintenance and production, proving itself the aspect of the maintenance, elaborating and supplying rules for improvement of the operational synergy, valuation of the collaborator and the reach of positive results for the involved areas and the organization.

Keywords: Maintenance, Autonomous Maintenance, Production, Integration, Valuation.

AGRADECIMENTOS

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

À administração da empresa Mecanidraulica S.A., por me terem proporcionado todo o apoio e pela flexibilidade horária que me foi facultada, deixo também aqui um agradecimento.

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

Expresso também aqui um especial agradecimento ao meu Pai, Mãe, Irmã e especialmente à minha esposa Maria do Céu Carvalho pelo suporte indispensável que sustentou todo o esforço para a elaboração deste trabalho.

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Este trabalho foi estruturado em seis capítulos, onde se pretende apresentar uma sequência de abordagens sobre o estudo em questão, apoiando-se em definições teóricas, sustentadas por diferentes pontos de vista de autores, associados aos inter-relacionamentos dos processos de produção, e processos de manutenção.

No capítulo 1, através de uma introdução, é exposto o conceito do tema dentro do cenário das organizações.

No capítulo 2 faz-se referência aos objectivos do estudo, demonstrando também a importância e a contribuição para os profissionais das áreas da manutenção e da produção.

No capítulo 3 aborda-se o conceito teórico sobre os processos da manutenção e as suas relações com os processos produtivos, com o objectivo de proporcionar um entendimento das relações entre estas duas especialidades, através de diferentes fontes de pesquisa.

No capítulo 4 é feita uma apresentação da empresa em questão.

No capítulo 5 explora-se os diferentes aspectos envolvidos para o início de um processo de integração, analisando a importância da mudança de postura dos colaboradores, além dos principais indicadores envolvidos nesta relação, entre outros aspectos, fornecendo o apoio e direcção para que se possa estruturar e aplicar as propostas para um processo de integração com sucesso.

No capítulo 6 faz-se as considerações finais onde são apresentados os resultados esperados e as recomendações para trabalhos futuros.

No final, encontram-se igualmente as referências bibliográficas consultadas, que serviram de apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

1 - INTRODUÇÃO

Numa economia cada vez mais globalizada, a competitividade é um factor primordial na sobrevivência das empresas, obrigando a padrões de qualidade mais elevados. Nos últimos anos, a concorrência tem vindo a intensificar-se em todas as áreas da indústria o que tem forçado as empresas a reverem as suas políticas e estratégias internas.

Para conseguir assegurar esses padrões de elevada qualidade, é necessária uma sinergia entre a eficiência dos equipamentos e a Função Manutenção.

Devido à concentração da produção industrial em grandes unidades fabris, os custos de funcionamento tendem a agravar-se, quando não se consegue assegurar a máxima disponibilidade operacional dos equipamentos que estão directamente associados à Função Produção.

Como tal, a manutenção industrial, devido ao seu desenvolvimento nos dias de hoje, é uma área científica e tecnológica cada vez com maior importância no domínio das engenharias.

A missão da manutenção, quando são utilizados métodos tradicionais de gestão, passa a ter uma complexidade maior, principalmente quando não existe muita pró-actividade, ou seja, quando se realizam actividades preventivas desnecessárias em grande quantidade e se pratica pouca ou nenhuma análise de falhas.

A prática de revisões periódicas, muito comum na indústria, não garante a fiabilidade, a disponibilidade e a segurança dos equipamentos.

Tal prática, além de aumentar os custos da manutenção, não é baseada em processos de análise e apenas segue as recomendações dos fabricantes, sem sequer as questionar.

Este novo contexto veio permitir o desenvolvimento da Função Manutenção de uma fase primária onde a única preocupação consistia apenas na reparação de avarias, para uma forma mais evoluída (a manutenção preventiva), de características científicas, dando origem a uma nova área da engenharia – a Engenharia de Manutenção.

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

Para uma empresa obter um bom desempenho necessita de uma função Manutenção contextualizada e focalizada nos objectivos estratégicos da empresa, com funções bem definidas no sentido de otimizar a Função Manutenção no interior da empresa, reduzindo custos directos e indirectos e aumentando a sua eficácia.

A motivação para a realização deste trabalho na área da manutenção industrial surge da necessidade prática da resolução de problemas de maior

complexidade, imposta pela optimização dos processos produtivos e dos custos globais a eles associados.

Assim, neste trabalho faz-se uma abordagem teórica dos três pilares “Produção / Manutenção / *TPM* (Manutenção Produtiva Total)”, permitindo uma visão alargada de cada processo, para que ocorra um entendimento do inter-relacionamento das actividades da produção e da manutenção, tendo a metodologia “*TPM*” a actuar como factor de consolidação, e a linguagem entre as áreas mencionadas, para um maior alcance da funcionalidade e das sinergias entre ambas.

Com metas cada vez mais desafiadoras, os níveis de qualidade extremamente elevados, o aumento de produtividade a baixos custos, a alta qualificação da mão-de-obra, são apenas parte de um conjunto de aspectos que forçam as empresas a estarem em contínuo processo de melhoria em busca da excelência. Neste ambiente de procura pela excelência, as organizações tentam encontrar medidas rápidas para continuarem competitivas.

As sinergias que se estabelecem visando a redução das despesas e o aumento dos lucros, têm levado as organizações a promover reestruturações internas, para uma optimização dos seus processos.

Analisando este cenário de exigências, o autor deste trabalho decidiu propor no ano de 2008 um processo de reestruturação organizacional na empresa onde trabalha, afectando as áreas da produção e manutenção.

O curso de mestrado proporciona uma oportunidade de desenvolvimento pessoal e profissional, em que os conhecimentos adquiridos se traduzem numa aplicação prática desses mesmos conhecimentos na organização empresarial onde está inserido.

Esta oportunidade, neste estudo, resume-se como uma forma de preencher um espaço, com grande potencial de melhoria nos processos existentes nas relações entre as áreas da produção e manutenção.

Salienta-se ainda que esta dissertação promoverá uma abertura para a continuidade em futuros trabalhos sobre estudos académicos ou profissionais interessados neste tema, pois existe uma carência de estudos de casos específicos nesta área que abordem a visão prática desta aplicação.

2- OBJECTIVOS E MÉTODO DE DESENVOLVIMENTO

OBJECTIVOS

Propor um conjunto de propostas aos profissionais dos sectores da manutenção e produção, para uma maior integração dos procedimentos destes sectores, sob a óptica de experiências práticas na indústria metalomecânica e que possam auxiliar as áreas da manutenção e da produção, onde o

fortalecimento da manutenção autónoma possa ser o elo para o aumento da sinergia no trabalho integrado.

Não é um retrocesso a décadas anteriores, onde o próprio operador realizava todas as actividades da produção e da manutenção, mas sim um caminho para valorizar o operador da produção, através do aumento das suas responsabilidades e da sua qualificação e, como consequência, permitir ao operador da manutenção uma maior concentração em actividades mais técnicas e especializadas.

Pretende-se assim verificar a aplicabilidade das propostas segundo os seguintes aspectos:

- 1) Melhor relacionamento e cooperação dos operadores da manutenção com os operadores da produção, com a consequente melhoria do processo de comunicação interna, através dos seguintes aspectos:
 - a) Eliminação de barreiras.
 - b) Fluxo de comunicação mais rápido e transparente.
 - c) Termos técnicos dos equipamentos e processos nivelados.
 - d) Gestão transparente das paragens de produção.
 - e) Agilidade e rapidez no processo de tomada de decisão.
 - f) Valorização dos operadores de manutenção e da produção.
 - g) Objectivos e metas comuns.

- 2) Maior integração dos operadores da manutenção com os processos da produção, através dos seguintes aspectos:
 - a) Maior transparência das necessidades e dificuldades do operador da produção e da manutenção.
 - b) Melhor entendimento dos processos e prioridades, através do conhecimento dos pontos que afectam directamente a qualidade de um produto, ou, por exemplo, a importância de um componente de uma instalação com implicações na segurança dos trabalhadores.
 - c) Maior integração com os problemas técnicos dos equipamentos e instalações.
 - d) Identificação de outros problemas técnicos, como por exemplo, melhorias nos postos de trabalho, conhecimento de engarrafamentos nos processos da manutenção e produção, ergonomia, regulações, diminuição de ruídos, etc.

- e) Fornecimento de informações para a área de planeamento, permitindo assim uma melhor gestão das peças de substituição, mantendo uma base de dados para planeamentos futuros, evitando, por exemplo, a aquisição de equipamentos considerados problemáticos.
- 3) Maior integração dos operadores da produção com os equipamentos da produção, através dos seguintes aspectos:
- a) Conhecimento mais detalhado dos equipamentos da produção que estão envolvidos na respectiva actividade.
 - b) Conhecimento mais detalhado dos componentes destes equipamentos, principalmente nos aspectos que dizem respeito ao cuidado a ter no manuseamento, utilização, manutenção e segurança no trabalho.
 - c) Maior consciencialização e conseqüente participação nos processos e actividades da manutenção autónoma.
- 4) Maior integração dos operadores da manutenção com os equipamentos da produção, através dos seguintes aspectos:
- a) Conhecimento da importância dos equipamentos da produção no processo produtivo, além da qualificação recebida para efectuar a manutenção.
 - b) Identificação dos equipamentos críticos relativamente à funcionalidade, acessos para manutenção e complexidade tecnológica, propondo melhorias para atingir e garantir os valores definidos dos indicadores *MTTR* (*Mean Time To Repair*, Tempo Médio de Reparação), *MTBF* (*Mean Time Between Failures*, Tempo Médio entre Falhas) e disponibilidade.

MÉTODO DE DESENVOLVIMENTO

Tratando-se de um estudo particular, o processo utilizado para a construção do conjunto das propostas para integração das actividades da manutenção e produção, foi suportado por uma base teórica e prática, focada nos procedimentos da manutenção, nas suas principais formas de actuação dentro da organização, e nas principais técnicas aplicadas.

Como complemento e como parte da metodologia aplicada, são inseridos os conhecimentos e práticas assimiladas na vivência do exercício profissional diário na área da manutenção.

Como metodologia, foram utilizados os seguintes passos para a elaboração deste estudo:

- a) Abordagem teórica sobre manutenção.
- b) Pesquisa e verificação das tendências no modo de actuação da manutenção na indústria.
- c) Levantamento dos principais pontos críticos observados no dia-a-dia, que não contribui para o alcance de uma sinergia contínua e crescente, comprometendo a obtenção de melhores resultados de disponibilidade dos equipamentos.
- d) Análise crítica das responsabilidades das áreas da manutenção e da produção, com destaque no reforço das actividades da manutenção autónoma realizada pelos profissionais da área da produção.
- e) Abordagem para a obtenção do compromisso, do reconhecimento e da valorização dos profissionais da manutenção e da produção, como sendo a base e a chave do sucesso na implementação das propostas.
- f) Apresentação de um conjunto de propostas, para consolidação das actividades da manutenção e da produção de forma integrada e voltada para a sustentabilidade dos processos envolvidos nesta relação.

3 - BREVE RETROSPECTIVA HISTÓRICA

No início da segunda metade do séc. XIX, antes da Revolução Industrial, a maior parte das avarias eram resolvidas através do fabrico de uma nova peça para substituir a defeituosa, ou pela reparação dessa mesma peça. A reparação dos equipamentos era predominante, já que os sistemas tinham uma vida tecnológica longa e eram basicamente sistemas reparáveis. Os artífices substituíam os componentes que se revelavam frágeis, por outros mais robustos e incluíam essa alteração no projecto dos novos sistemas.

Durante a Revolução Industrial, com a melhoria dos processos produtivos, chegou-se rapidamente à conclusão de que alguns componentes tinham qualidade para serem intermutáveis, criando-se assim o conceito de peças de substituição. Este conceito transformou o trabalho do operador de manutenção, de uma fase inicial de artífice, numa actividade de diagnóstico de avarias cada vez mais importante. O desenvolvimento do controlo da qualidade, por um lado, e da automação, por outro, aceleraram este processo.

Esta evolução conduziu a uma alteração no processo de formação e de treino dos operadores de manutenção. Originalmente, esse processo era feito à custa de uma aprendizagem junto dos mestres, e, a partir do momento em que

se dá uma aceleração tecnológica, torna-se indispensável que os agentes de manutenção passem a possuir uma preparação tecnológica teórica de base cada vez mais consistente, que só seria possível obter através de uma formação académica.

A evolução, assim como uma maior complexidade dos sistemas e dos equipamentos, tornaram também evidente a necessidade de melhorar as acções de manutenção, tentando criar modelos de organização que respondessem cada vez mais às necessidades das empresas.

A partir da segunda guerra mundial, deu-se a introdução do conceito de Investigação Operacional que pode ser definida, de forma simples, com sendo a aplicação do método científico aos problemas operacionais.

Um factor decisivo na evolução da manutenção foi a introdução do computador, que permitiu reunir, de forma organizada e sistemática, quantidades de informação até então impossíveis de conseguir. No entanto, numa primeira fase, a sua introdução revelou-se talvez mais nefasta do que positiva, já que muitos técnicos de manutenção viram-se envolvidos na compilação de enormes quantidades de informação, desviando a sua atenção dos problemas técnicos das empresas. Somente com a chegada das Tecnologias da Informação mais desenvolvidas, foi possível integrar verdadeiramente o computador na manutenção e noutras áreas de actividade das empresas, colocando a informática ao serviço dos técnicos de manutenção e não estes ao serviço da informática.

As Tecnologias da Informação têm permitido fazer uma melhor ligação entre a Investigação Operacional e a Gestão da Manutenção, fazendo integrar os sistemas de análise de fiabilidade, de manutenibilidade, de disponibilidade e de segurança. Dessa forma tornou possível a evolução e a aplicação de conceitos como o *LCC (Life Cycle Cost, Custo do Ciclo de Vida)* e em finais do século passado o *LCP (Life Cycle Profits, Benefícios do Ciclo de Vida)* que avalia o desempenho global dos sistemas e dos equipamentos, tendo em atenção a componente manutenção.

Ao longo de várias décadas, a manutenção tem assim evoluído mundialmente, passando por períodos de guerras, dificuldades económicas, crises de petróleo e mais recentemente a globalização, factores que têm contribuído para mudar consideravelmente os conceitos da Manutenção, adoptados mundialmente.

No quadro 3.1 resume-se a evolução das Técnicas da Manutenção ao longo das várias décadas. Segundo a Associação Portuguesa de Manutenção Industrial (A.P.M.I.) a classificação da manutenção podia ser alterada de acordo com a sua evolução, tendo em 1999 proposto uma nova classificação histórica, incluindo uma quarta geração, que constitui um desafio de aplicação para as pequenas e médias empresas (ver quadro 3.1). Relativamente a esta 4ª Geração, as siglas referentes aos novos modelos (filosofias) têm, respectivamente, os seguintes significados:

- RCM* – *Reliability Centred Maintenance* (Manutenção Centrada na Fiabilidade).
- TPM* – *Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total ou Manutenção de Produtividade Total).
- CBM* – *Computer Based Maintenance* (Manutenção Assistida por Computador).
- PBS* – *Performance Based Specifications* (Rendimento Baseado nas Especificações).
- RBI* – *Risk-Based Inspection* (Inspeção Baseada no Risco).

Evolução das Técnicas de Manutenção			
1ª Geração (1940 a 1950)	2ª Geração (1960 a 1970)	3ª Geração (1980 a 1990)	4ª Geração (início em 2000)
Reparar quando partir	Revisões programadas Sistemas de planeamento e controlo dos trabalhos Computadores grandes e lentos	Monitorização de condição Estudos para fiabilidade e manutenibilidade Estudos de riscos Computadores pequenos e rápidos Análises dos modos e efeitos das avarias Sistemas inteligentes Equipas de trabalho polivalentes	Investimentos na manutenção e gestão global Equipas multitécnicas e grupos de trabalho <i>Benchmarking</i> Índices fundamentais de eficiência Padrões universais Documentação técnica computadorizada Segurança e meio ambiente Novos modelos (filosofias): <i>RCM</i> <i>TPM</i> <i>CBM</i> <i>PBS</i> <i>RBI</i> Criatividade e inovação Motivação Sistemas de manutenção integrada Competência e certificação Subcontratação Gestão de instalações Manutenção e gestão de imobiliário

Quadro 3.1 – Evolução das Técnicas de Manutenção.

Neste sentido, a retrospectiva e as expectativas acerca da evolução da manutenção, consiste na concretização da sua quarta geração.

Para a indústria em geral é premente reforçar a competitividade, a qualidade, a flexibilidade e a valorização dos recursos humanos.

Assim, cada vez mais, a Função Manutenção é uma função primordial no seio das empresas industriais. Eis a razão pela qual se passa a abordar, de forma mais ou menos aprofundada, generalidades e conceitos, do domínio da actividade da manutenção, sobre as quais o Director de Manutenção de uma empresa tem de actuar, para que a Função Manutenção obtenha o melhor desempenho, contextualizada e focalizada nos objectivos estratégicos da empresa.

Além destes modelos de manutenção, atrás mencionados, têm-se ainda a *PRM – Proactive Reliability Maintenance* (Manutenção de Fiabilidade Pró-activa) e a *ODR – Operator Driven Reliability* (Fiabilidade Centrada no Operador).

A *PRM (Proactive Reliability Maintenance)* tem como objectivo a identificação das falhas e a consequente implementação de todos os processos necessários para que não se voltem a verificar.

A base do processo consiste no desenvolvimento de um método sistemático de avaliação da produtividade dos activos, e na implementação de acções correctivas de forma a reduzir os custos do ciclo de vida dos equipamentos.

Ou seja, a sua grande finalidade é permitir que uma organização possa assumir o controlo total do que acontece nas suas unidades produtivas.

Esta filosofia de Manutenção de Fiabilidade Pró-activa baseia-se em quatro etapas fundamentais:

- Manutenção Preditiva (*PdM*) – Representa um conjunto de metodologias que tem como objectivo a procura da identificação e da análise da condição dos equipamentos de produção.
- Análise da Causa Raíz da Falha (*RCFA*) – Tem como objectivo a análise de todas as causas possíveis que se encontram na base das falhas ocorridas nos equipamentos de produção.
- Indicadores Chave de Desempenho - Estes indicadores, designados normalmente por *KPI – (Key Performance Indicators)*, constituem metas de aperfeiçoamento de desempenho dos equipamentos, estabelecidas em conjunto entre os responsáveis das unidades fabris e o prestador de serviços de manutenção.
- Revisão Operacional - Quando se dispuser de todos os indicadores chave de desempenho, dever-se-á proceder à sua monitorização através de um processo de revisão periódica do programa da *PRM* como um todo.

ODR – Fiabilidade Centrada no Operador

Actualmente, na maioria das empresas industriais, devido a razões organizacionais e históricas, a relação entre a Função Produção e a Função Manutenção é ainda pouco explorada, apesar dos benefícios daí decorrentes.

Por outro lado, nas unidades produtivas onde essa troca de sinergias já existe, o processo de interrelacionamento poderá ser melhorado de uma forma contínua, como tem vindo a suceder nas empresas líderes de mercado, ao adoptarem uma nova filosofia de manutenção denominada Fiabilidade Centrada no Operador (*ODR – Operator Driven Reliability*), que se baseia nos seguintes sete conceitos:

- Importância dos operadores.
- Partilha dos activos.
- Manutenção produtiva total.
- Automatização da obtenção de dados.
- Trabalho em equipa.
- Planos de trabalho da manutenção.
- Suporte informático.

3.1 - A Função Manutenção nas Empresas

3.1.1 - Definições e Conceitos

Tendo em conta a diversidade de definições, assim como os conceitos e os pressupostos que existem ao nível de muitos gestores industriais portugueses, nada melhor do que definir o conceito de manutenção e os seus objectivos numa empresa, recorrendo às Normas Portuguesas. Neste contexto, define-se manutenção como sendo “uma combinação de acções de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens de uma empresa para optimização do seu ciclo de vida”. Deste modo, a Função Manutenção aparece desde logo definida por uma componente de gestão e por uma componente técnica, e onde a dimensão da empresa determina as proporções relativamente a esses componentes. Os tipos de manutenção quanto aos objectivos, podem ter as classificações de acordo com o quadro 3.2.

3.1.2 - Funções da Manutenção

Embora as actividades da Função Manutenção variem de acordo com a dimensão e o tipo de empresa, bem como com a estratégia adoptada para essa função, é possível agrupar essas actividades em duas áreas funcionais:

1. **Funções primárias**, que se encontram relacionadas com o trabalho diário efectuado pelo Departamento de Manutenção.
2. **Funções secundárias**, que são adjudicadas ao serviço por razões práticas, históricas ou outras.

CLASSIFICAÇÃO	OBJECTIVOS
Manutenção correctiva	Reparação após as falhas terem ocorrido
Manutenção preventiva	Utilizada para prevenir e evitar as consequências das falhas
Manutenção preditiva	Para antecipar as falhas, medindo parâmetros de evolução dos problemas antes que estes ocorram
Manutenção pró-activa	Para otimizar o processo e o projecto de novos equipamentos, melhorando continuamente
Manutenção produtiva	Pretende garantir a melhor utilização e produtividade do equipamento
Manutenção detectiva	Para identificar falhas que tenham ocorrido, mas que não sejam percebidas

Quadro 3.2 – Tipos de Manutenção.

As actividades da Função Manutenção podem ser agrupadas do seguinte modo:

1. Funções primárias:

- Manutenção dos equipamentos da empresa: Esta actividade representa a razão da existência da Função Manutenção. O objectivo consiste em realizar as reparações necessárias ao equipamento de produção o mais rápido e economicamente possível e tentar antecipar essas reparações, recorrendo a um programa de manutenção adequado a cada situação.
- Manutenção de edifícios e terrenos: As reparações em edifícios e nas infra-estruturas exteriores de uma empresa (arruamentos, sistemas de drenagem, captação e fornecimento de água às instalações fabris) são algumas das tarefas usualmente atribuídas à Função Manutenção.
- Exploração das instalações de produção e abastecimento energético: Se as instalações fabris da empresa geram a sua própria energia eléctrica e possuem o seu próprio processo de obtenção de vapor, a central de geração assume os contornos de uma pequena central

pública. Logicamente, esta actividade é assumida pelo Departamento de Manutenção.

- Instalação de novos equipamentos: Participação na concepção e construção de equipamentos e/ou edifícios.
- Inspeção, lubrificação e limpeza, dos equipamentos da empresa.

2. Funções secundárias:

- Controlo do armazém de peças: Na maioria das empresas existe a diferenciação entre os armazéns gerais e o armazém de peças. Normalmente, a administração do armazém de peças é do domínio da Função Manutenção, devido à estreita proximidade das duas actividades.
- Recolha e tratamento de desperdícios industriais: Devido às normativas ambientais actuais e às tecnologias utilizadas (compactadores, estações de tratamento de águas residuais, entre outras), esta actividade entra igualmente no domínio da Função Manutenção.
- Controlo de fontes de poluição: Tendo em conta que a emissão de poluentes atmosféricos e outros, está sujeita a normalização apertada, os diversos componentes do processo produtivo passíveis de emitir poluentes estão sujeitos a controlos e afinações periódicas. Esta actividade, como se torna evidente, recai também sobre a Função Manutenção.
- Licenciamento de equipamento e de instalações: Esta actividade é do domínio da Função Manutenção, pois grande parte da informação necessária é oriunda do Departamento de Manutenção.
- Estudos e projectos.
- Outras actividades: O Departamento de Manutenção de uma empresa parece atrair actividades que nenhum outro departamento pode ou quer abarcar. No entanto, é importante não diluir as funções primárias da Função Manutenção nas funções secundárias.

Independentemente das actividades atribuídas à Função Manutenção, é de extrema importância que sejam claramente definidos os limites de autoridade e de responsabilidade associados a cada uma dessas actividades.

3.1.3 - Fiabilidade e Manutenibilidade

Numa economia global, a sobrevivência das empresas depende cada vez mais da sua capacidade de assegurar os pressupostos seguintes: continuidade da produção, continuidade da qualidade dos produtos produzidos ou dos

serviços prestados, preços competitivos, volume de produção, segurança operacional e segurança ambiental. Para que todos estes pressupostos sejam assegurados, torna-se necessário utilizar equipamentos cada vez mais fiáveis e seguros.

As necessidades evidentes de se ter sistemas mais eficazes e seguros, conduziram ao desenvolvimento de contratos de aquisição de sistemas e equipamentos baseados no desempenho durante o seu ciclo de vida. Este compromisso obriga os fornecedores dos equipamentos a desenvolverem metodologias de análise de fiabilidade dos sistemas, no contexto operacional, partindo do valor da fiabilidade intrínseca dos itens considerados e tentando conhecer qual a sua evolução face às solicitações a que vão estar submetidos na prática e que, provavelmente, serão heterogéneas.

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

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

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

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

A fiabilidade é o conceito que permite aplicar a noção de qualidade a uma escala temporal. É a fiabilidade que nos permite indicar por quanto tempo se deverão manter as características de qualidade definidoras de determinado equipamento. A fiabilidade pode ser definida como sendo a capacidade de um

determinado sistema ou equipamento desempenhar a sua função específica em condições definidas, por um determinado período de tempo.

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

Por sua vez, a manutenibilidade de um sistema é a característica que deriva do seu projecto e instalação, e é definida como a facilidade, a eficiência, a segurança e o custo com que as acções de manutenção são executadas para restaurar a condição inicial de bom funcionamento de um sistema. A amplitude das questões levantadas com esta definição torna impossível atingir uma noção quantitativa de manutenibilidade que seja universal. No entanto, a manutenibilidade é definida, de acordo com as Normas Portuguesas, como sendo a “aptidão de um bem em condições de uso especificadas para ser mantido ou restaurado de tal modo que possa realizar as funções que lhe são exigidas quando a manutenção é realizada em condições definidas utilizando procedimentos e recursos prescritos”.

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

Tradicionalmente, a manutenibilidade preocupa-se em manter o equipamento operacional, combatendo o efeito das causas de avaria dos componentes e sistemas na fase inicial do equipamento. O quadro 3.3 sintetiza as características típicas de um projecto, tendo em vista a manutenibilidade dos equipamentos envolvidos.

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

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

Do ponto de vista da avaliação, a manutenibilidade pode ser encarada de acordo com os seguintes pontos de vista:

- A probabilidade de um equipamento ou componente ser reparado e repostado em serviço dentro de um determinado período de tempo.

- A probabilidade da duração de uma dada intervenção de manutenção não exceder um determinado período de tempo ou de “horas×pessoa”.
- A probabilidade do custo de uma dada operação de manutenção não exceder um valor estabelecido previamente.

Projecto tendo em vista a manutenibilidade	Benefícios obtidos
Fácil acesso aos componentes	Redução do tempo e dos custos de manutenção Aumento da disponibilidade do equipamento Redução da fadiga dos agentes, maior segurança na intervenção
Sem ajustes ou ajustes mínimos	Redução do tempo e dos custos de manutenção Aumento da disponibilidade do equipamento Menor formação do pessoal
Componentes e módulos facilmente/rapidamente substituíveis	Redução da fadiga dos agentes, maior segurança na intervenção Aumento da disponibilidade do equipamento Identificação mais fácil dos problemas
Evitar erros, módulos ou componentes só com uma possibilidade de montagem	Probabilidade de avaria do componente diminui Fiabilidade aumenta Menor formação do pessoal
Auto-diagnóstico ou indicadores para encontrar avarias rapidamente	Redução do tempo e dos custos de manutenção Aumento da disponibilidade do equipamento Aumento da satisfação do cliente
Inexistência ou nº mínimo de ferramentas especiais	Investimentos em manutenção reduzidos Aumento da satisfação do cliente Nº de ferramentas de manutenção reduzidas
Componentes de catálogo	<i>Stock</i> de sobresselentes reduzido Custo do equipamento reduzido Redução do tempo e do custo de manutenção
Reduzir o nº de componentes ao mínimo indispensável	Custo do equipamento reduzido Aumento da fiabilidade <i>Stock</i> de sobresselentes reduzido

Quadro 3.3 – Características típicas de um projecto tendo em vista a manutenibilidade.

3.1.4 - Relação entre Produção e Manutenção

A Função Manutenção é uma das áreas que contribui significativamente para a produtividade, por ser importante no custo do ciclo de vida dos equipamentos e por ter um impacto determinante em todas as operações produtivas, daí que a sua avaliação deva fazer-se num enquadramento global, equacionada em conjunto com as Funções Produção e Qualidade.

Nesta perspectiva, a Função Manutenção tem uma influência determinante na Função Produção por via da disponibilidade dos equipamentos. Tendo em conta os diferentes elementos que caracterizam os sistemas de planeamento, controlo e gestão da produção, bem como a própria

definição de sistema produtivo, conclui-se que as operações de manutenção são parte integrante do sistema produtivo.

A organização da manutenção melhora o rendimento do trabalho, aumenta a disponibilidade das máquinas e reduz os custos de manutenção. No entanto, a importância da Função Manutenção nem sempre é bem entendida na empresa, sendo-lhe frequentemente atribuído um papel de subalternidade em relação à Função Produção. É frequente exigir-se do serviço de manutenção uma resposta pronta em caso de avaria, mas não se lhe proporciona os meios e o reconhecimento devidos, nem se lhe permite que ponha em prática uma política de manutenção programada.

Em empresas onde a gestão é mais esclarecida, compreende-se a importância da Função Manutenção e atribui-se-lhe um estatuto de igualdade com a Função Produção. A Função Manutenção fica então com a incumbência de gerir a posse dos equipamentos, o que implica a participação na sua selecção, a intervenção na sua recepção e instalação, a gestão do seu programa de Manutenção, e a optimização do seu rendimento.

Numa empresa industrial, os equipamentos produtivos são normalmente afectos à Função Produção. Assim sendo, quando a Função Manutenção vai intervir nos equipamentos, estabelece-se uma prestação de serviços dessa função à produção. Desenvolve-se, dessa forma, um relacionamento entre as duas funções do tipo fornecedor de serviços/cliente, cujas consequências deverão ser tomadas em conta nos objectivos e nas responsabilidades de cada uma das funções. Esta forma de relacionamento caracteriza-se por uma *relação contratual* entre as duas funções e exige o esclarecimento de ferramentas/instrumentos de gestão que regulem a *interface* entre as duas funções.

Nas últimas décadas, devido às exigências dos mercados, que deixaram de ser locais para serem mundiais, observou-se o aparecimento de novas filosofias, também denominadas modelos de manutenção, das quais são exemplo a *TPM* e a *RCM*, que têm como principal objectivo o aumento da qualidade e da produtividade, recorrendo, entre outros aspectos, ao aumento das sinergias entre a Função Produção e a Função Manutenção.

3.1.5 - Estrutura da Manutenção nas Empresas

A Função Manutenção, para cumprir os seus objectivos no seio de uma empresa, terá que possuir uma organização interna que lhe permita exercer a sua actividade e realizar as suas finalidades.

A estrutura da Manutenção moderna deve ser a mais reduzida possível, apresentando somente a dimensão necessária à resolução de problemas imprevistos e urgentes e dando preferência à aquisição de serviços (subcontratação). Apesar da sua dimensão tender a ser o mais reduzida possível, a estrutura da Função Manutenção tem de ser dotada de pessoas

qualificadas, com uma formação flexível, repartindo a sua actividade por grandes funções e não mais por especialidades profissionais.

Os factores que determinam e condicionam a estrutura e a organização interna da Função Manutenção podem ser sintetizados do seguinte modo:

- Dimensão da empresa.
- Número de edifícios que constituem a empresa e sua dispersão geográfica.
- Espaço disponível para instalação de oficinas.
- Especificidades técnicas de certas zonas de produção dentro da empresa.
- Existência de zonas onde é necessário recorrer a ferramentas especiais (como é o caso de zonas com perigo de explosão).
- Número de elementos da equipa de manutenção.
- Número de elementos da equipa de manutenção com potencialidades de supervisão.
- Organização da Função Produção.
- Custo dos tempos de não-produção.

Além dos factores acima indicados, podem acrescentar-se ainda outros, nomeadamente:

- Objectivos da Função Manutenção.
- Tipo e quantidade dos equipamentos que lhe são afectos.
- Outras actividades que eventualmente sejam da responsabilidade da estrutura da manutenção (sistemas de distribuição de energia e fluídos, entre outros).

Saliente-se também que a estrutura interna do serviço de manutenção deve ser estabelecida seguindo um esquema geral, modular e flexível, e que se adapte a cada estado de desenvolvimento da estrutura de manutenção, permitindo o seu desenvolvimento futuro resultante da própria evolução da empresa.

No que diz respeito aos factores que determinam a organização da Função Manutenção, defende-se que, numa pequena empresa, cuja actividade seja compatível com uma manutenção essencialmente resolutive, é possível dispensar uma organização formal do sector de manutenção, podendo a distribuição do trabalho pelo pessoal executante ser feita pelo respectivo supervisor.

À medida que a dimensão da empresa cresce, e se o tipo de actividade não permitir paragens frequentes por avaria, ou se os equipamentos se tornarem mais complexos, passa a ser indispensável enquadrar o pessoal envolvido nas actividades de manutenção numa estrutura que o oriente e apoie.

Consoante a situação da empresa, assim se justificará uma organização de tipo centralizado ou descentralizado, com mais ou menos pessoal e níveis hierárquicos.

No caso da manutenção ser centralizada, ela é integralmente assegurada por um único serviço.

Se for descentralizada, certas responsabilidades devem ser transferidas para os serviços da produção. A descentralização aproxima o controlo de custos das áreas da produção mas, em contrapartida, gera o risco de coexistência de políticas de manutenção contraditórias.

3.1.5.1 - Manutenção Centralizada

A área de manutenção actua de forma centralizada, quando se verifica na organização que esta não pertence às diferentes áreas da produção, mas sim como uma área prestadora de serviços da manutenção, ou seja, quando ambas estão subordinadas a diferentes direcções.

A manutenção centralizada apresenta assim as seguintes vantagens:

- a) Facilita a estruturação de uma base de dados.
- b) Facilita a optimização de meios humanos e materiais.
- c) Optimiza os investimentos em equipamento oficial e sua utilização.
- d) Facilita a gestão global do pessoal de manutenção.
- e) Facilita a normalização de procedimentos.
- f) Maior eficácia na normalização dos equipamentos.
- g) Facilita o controlo da contratação de trabalhos ao exterior.
- h) Facilita a gestão de peças de substituição.

Contudo, apresenta as seguintes desvantagens:

- a) Menor flexibilidade e demora no atendimento às solicitações, devido ao processo de decisão das prioridades entre as áreas da produção e da manutenção.
- b) Menor envolvimento dos técnicos da manutenção com os problemas e necessidades da produção.

- c) Dificulta a criação de grupos de trabalho autónomos entre a produção e a manutenção.
- d) Dificulta a comunicação entre os sectores de manutenção e de produção.
- e) Demora nos processos decisórios, devidos às opiniões divergentes.
- f) Por vezes perde-se muito tempo para definir o responsável ou causador da ocorrência de uma paragem (produção ou manutenção).

3.1.5.2 - Manutenção Descentralizada

A área de manutenção actua de forma descentralizada, quando se verifica na organização que esta pertence e actua em conjunto com as áreas da produção, ou seja, quando ambas estão subordinadas à mesma direcção.

No caso da manutenção descentralizada, as vantagens são as seguintes:

- a) Contacto mais frequente com o equipamento, conduzindo a um conhecimento mais aprofundado do mesmo.
- b) Maior rapidez no atendimento à produção e maior flexibilidade operacional entre as equipas da produção e da manutenção.
- c) Maior familiaridade com as necessidades específicas da área assistida, facilitando a relação entre a manutenção e a produção.
- d) Maior polivalência operacional.
- e) Maior sinergia e cooperação entre as áreas da produção e da manutenção.
- f) Na ocorrência de uma paragem, o problema, deixa de ser da área de produção ou manutenção e passa a ser um problema da área conjunta de produção e de manutenção.

Contudo, apresenta os seguintes inconvenientes:

- a) A não uniformização do desenvolvimento técnico e profissional da manutenção como um todo.
- b) Possível desmotivação da equipa de manutenção, já que a área principal é a produção.
- c) Provável desaproveitamento de mão-de-obra, em caso de quebra de carga de trabalho, por ser difícil transferi-la para outro local.
- d) Possível ineficiência na utilização de ferramentas e materiais de que se tenha constituído localmente um *stock*.
- e) Maior dificuldade de intercâmbio dos recursos.

3.1.5.3 - Manutenção Mista

Para a forma de actuação “mista”, o modelo de organização mistura ambas as partes da forma de actuação centralizada e descentralizada. No modelo misto, as equipas de manutenção acompanham e executam pequenas reparações e outras actividades de manutenção do dia-a-dia, sendo que estas equipas pertencem e actuam em conjunto com as áreas da produção.

Para as manutenções mais complexas, ou para a resolução de assuntos técnicos de maior complexidade, mantém-se uma área de manutenção central que possui uma equipa específica de especialistas, para o acompanhamento destes assuntos, bem como uma oficina central bem equipada. Apesar da forma de organização mista parecer ser a ideal, apresenta também vantagens e desvantagens.

Entre as vantagens, destacam-se as seguintes:

- a) Facilita uma melhor sintonia com os problemas diários da produção.
- b) Maior e melhor conhecimento dos equipamentos de produção.
- c) Possibilita maior agilidade e flexibilidade no atendimento à Produção.
- d) Facilita uma utilização mais adequada da oficina central, com o conseqüente envio de ordens de serviço para solicitações estritamente necessárias, evitando desperdícios.
- e) Centralização das competências comuns, com bom nível de conhecimento.
- f) Possibilita um planeamento da manutenção para toda a fábrica.

Quanto às desvantagens, têm-se as seguintes:

- a) A qualificação dos profissionais de manutenção na área de produção não é elevada.
- b) Diminuição da troca de experiências entre as equipas da manutenção das diferentes áreas da produção.
- c) Concentração da área de manutenção em pequenas reparações do dia-a-dia.
- d) Diminuição da auto-estima das equipas de manutenção na área da produção.

3.1.5.4 - Considerações

As organizações com negócios completamente diferentes, alteram a sua forma de actuação na área de manutenção, com o objectivo de obter uma estrutura organizacional mais eficiente e eficaz.

Uma observação prévia e detalhada da análise das vantagens e desvantagens é necessária, para que se demonstre o que cada modelo pode representar em termos de resultados operacionais. É preciso ter em consideração os vários factores, antes da decisão do modo de actuação. É necessário analisar quais os ganhos e perdas que a organização obterá, por exemplo, sob os aspectos dos custos, maior sinergia das funcionalidades, aumento dos conhecimentos, produtividade, motivação dos profissionais e vantagens competitivas.

Numa empresa, um determinado tipo de actuação da manutenção pode funcionar muito bem, enquanto numa outra, por questões de características particulares, o mesmo modo de actuação da manutenção, pode já não funcionar.

3.1.6 - Estratégias das Empresas e da Manutenção

A importância que o meio ambiente adquire cada vez mais na sociedade actual, associada à instabilidade do mercado, tem promovido processos de adaptação das empresas, na procura constante de uma maior capacidade competitiva. Para enfrentar tais desafios, com o apoio das chamadas “novas tecnologias”, têm sido configuradas metodologias inovadoras. Neste sentido, a adopção de sistemas automatizados e de equipamentos modernos, têm feito com que as áreas de manutenção assumam uma posição estratégica face à importância da disponibilidade operacional dos equipamentos para o resultado global das organizações.

A Função Manutenção, neste campo, tem assumido um papel significativo nas decisões estratégicas das empresas, em áreas como a segurança, a integridade ambiental, a eficiência energética, a qualidade do produto, a disponibilidade, a fiabilidade e os custos operacionais.

A Função Manutenção passou a ser entendida pelos gestores mais atentos, como uma actividade decisiva em termos de competitividade nas empresas, o que lhe tem dado maior ênfase no conjunto das funções empresariais.

Deve, pois, ser assumido que a manutenção, como qualquer outra actividade da empresa, terá de ser conduzida por uma estratégia definida, devidamente integrada no Plano Estratégico da Empresa. Assim, a estratégia da Função Manutenção deve estabelecer a forma de se atingir um conjunto de objectivos, resultando da transposição para esta actividade dos objectivos definidos de forma geral para a empresa, em particular, para a produção. Essa estratégia é influenciada por aspectos internos e externos à empresa, de acordo com o fluxograma representado na figura 3.1.

Sendo a disponibilidade dos equipamentos ou sistemas, função da sua fiabilidade e manutenibilidade, a Função Manutenção aparece como essencial para manter os níveis de disponibilidade e de segurança durante o ciclo de vida

desses mesmos equipamentos ou sistemas. Também no contexto operacional deverão ser desenvolvidas metodologias que conduzam à melhoria contínua da disponibilidade e da segurança operacional, até aos níveis considerados satisfatórios, em cada momento e a custos controlados.

A evolução que a Função Manutenção tem sofrido nos últimos anos, promoveu o desenvolvimento de várias estratégias de gestão baseadas no conceito de Engenharia de Manutenção, que pode definir-se como sendo o conjunto de acções que visam a fiabilização, a melhoria da manutenibilidade e o conseqüente aumento da disponibilidade dos equipamentos e sistemas, após uma análise técnico-económica dos mesmos. Implica uma maior segurança, um menor impacto ambiental, uma melhor qualidade dos produtos ou serviços, a custos optimizados.



Figura 3.1 – Factores internos e externos que influenciam a estratégia da Função Manutenção.

Entre os vários modelos (filosofias) da Função Manutenção, salientam-se os seguintes: *TPM – Total Productive Maintenance* (Manutenção Produtiva Total ou Manutenção de Produtividade Total), *RCM – Reliability Centred Maintenance* (Manutenção Centrada na Fiabilidade), *RBI – Risk-Based Inspection* (Inspeção Baseada no Risco), *EUT – Eindhoven University of Technology Model* (Modelo da Universidade de Tecnologia de Eindhoven), *TQM – Total Quality Maintenance* (Manutenção com Qualidade Total).

Todos estes modelos fazem apelo às Tecnologias de Informação, de modo a obter-se uma gestão pró-activa da informação, e recorrem ao *benchmarking* para estabelecer metas quando tal se torna necessário.

Entre as técnicas de gestão salienta-se a *RCM*, que procura realizar um balanço entre os requisitos de fiabilidade operacional, de segurança, do

desempenho e dos recursos necessários. Como não é possível e não é economicamente desejável dispor-se de um nível equivalente de manutenção para todos os equipamentos e/ou componentes, os mais críticos são seleccionados para uma manutenção mais desenvolvida.

O modelo *RCM* está no centro de uma nova estratégia de manutenção que se baseia numa época em que os recursos começam a escassear, e não é competitivo desenvolver um plano de manutenção durante a fase de desenvolvimento dos sistemas, e implementar esse plano sem o fazer evoluir ao longo do ciclo de vida, tal como acontece muitas vezes em empresas com organizações estáticas, onde não existe capacidade técnica para fazer evoluir esse planeamento.

A capacidade de executar um Planeamento de Manutenção, dinâmico e interactivo, permite uma utilização mais rigorosa dos recursos e aumenta a disponibilidade dos equipamentos.

A monitorização focada nos elementos críticos pode e deve fazer aumentar a fiabilidade operacional, ao recomendar a intervenção da manutenção antes da existência de avarias. Estas intervenções tendem a aumentar o tempo de funcionamento dos equipamentos, o que resulta num aumento da disponibilidade, da segurança operacional e um aumento global da vida dos equipamentos.

3.1.7 - Políticas de Manutenção

As Políticas de Manutenção são condicionadas por factores tais como as condições, a idade das instalações e as inspecções legais obrigatórias no que respeita à segurança. De acordo com as características do regime da produção e do tipo dos equipamentos produtivos em presença, deverão explicitar-se claramente as políticas de manutenção a implementar, entendendo-se como Política de Manutenção a definição do conjunto e do tipo de acções a efectuar nos equipamentos pela Função Manutenção.

As políticas de Manutenção, resumidas no esquema apresentado na figura 3.2, são estabelecidas de acordo com as características dos equipamentos e com os condicionamentos da produção, e devem ser consideradas combinando as diversas opções de forma a otimizar os custos.

Na escolha da Política de Manutenção a implementar devem ter-se em linha de conta os aspectos indicados na figura 3.3.

Devido às exigências actuais das organizações, as Políticas de Manutenção evoluíram no sentido de uma Política de Manutenção Pró-activa, que tem por base as tarefas preditivas, as tarefas de procura de falha ao nível da segurança e do meio ambiente (manutenção condicionada) ou por defeito (manutenção correctiva), as preventivas (sistemáticas ou não) e as tarefas de melhoramento ou de investimento, bem como as consequentes acções correctivas.

Saliente-se que a Política de Manutenção Correctiva é igualmente designada por Manutenção Curativa ou por Manutenção Reactiva, na medida em que, quando um equipamento avaria, desencadeia-se imediatamente uma “ reacção ” no sentido de se “ curar ” a avaria, substituindo as peças que falharam.

As Políticas de Manutenção Preventiva, no seu conjunto, designam-se modernamente por Manutenção Pró-activa, no sentido do prefixo “ pró ” representar um vector de desejo de se utilizar essas políticas.

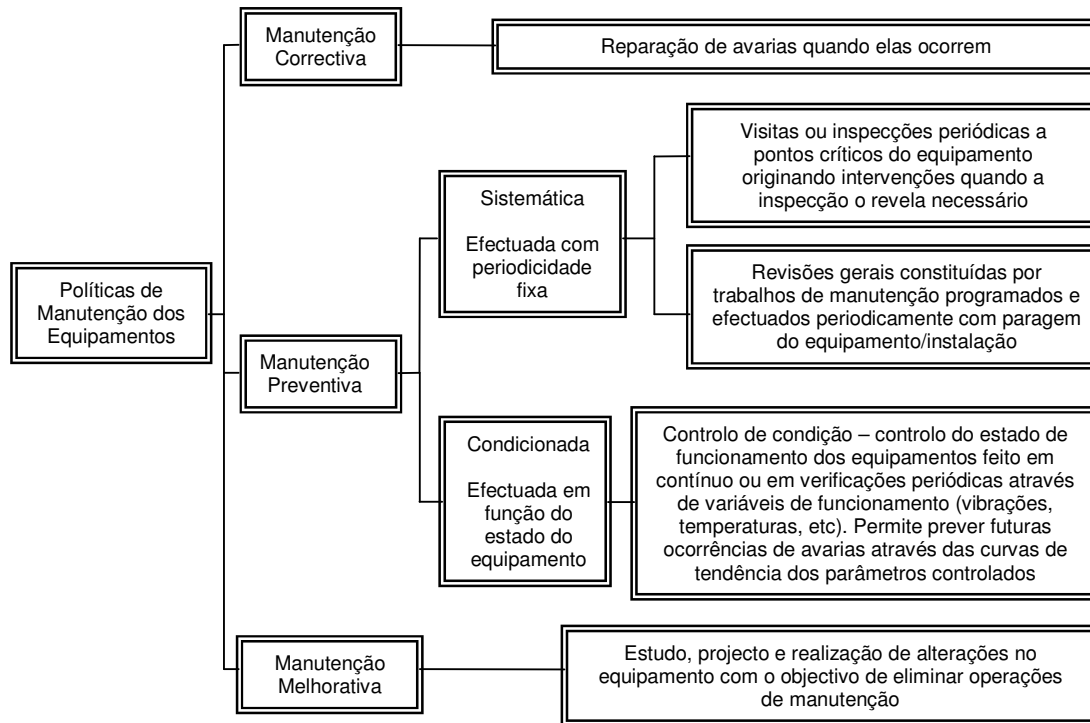


Figura 3.2 – Políticas de Manutenção dos equipamentos.

3.1.8 - Subcontratação

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

O Departamento da Manutenção de uma empresa, dependendo da sua dimensão, é geralmente organizado como sendo um serviço a prestar ao Departamento da Produção, de modo a promover os serviços necessários a um desempenho óptimo da Função Produção. Tendo em conta os inúmeros serviços associados à Função Manutenção, tais como a manutenção das instalações, a manutenção preventiva, a manutenção correctiva, a construção de novas instalações, etc., podem surgir picos de carga de trabalho.

Actualmente, a enorme competitividade dos mercados torna inviável a existência de uma equipa de manutenção numerosa na expectativa dos picos de carga de trabalho. Logo, na estratégia delineada para a Função Manutenção devem ser definidos os objectivos no que diz respeito à subcontratação de serviços de manutenção, a sua natureza e volume de trabalho, bem como as formas contratuais a estabelecer.

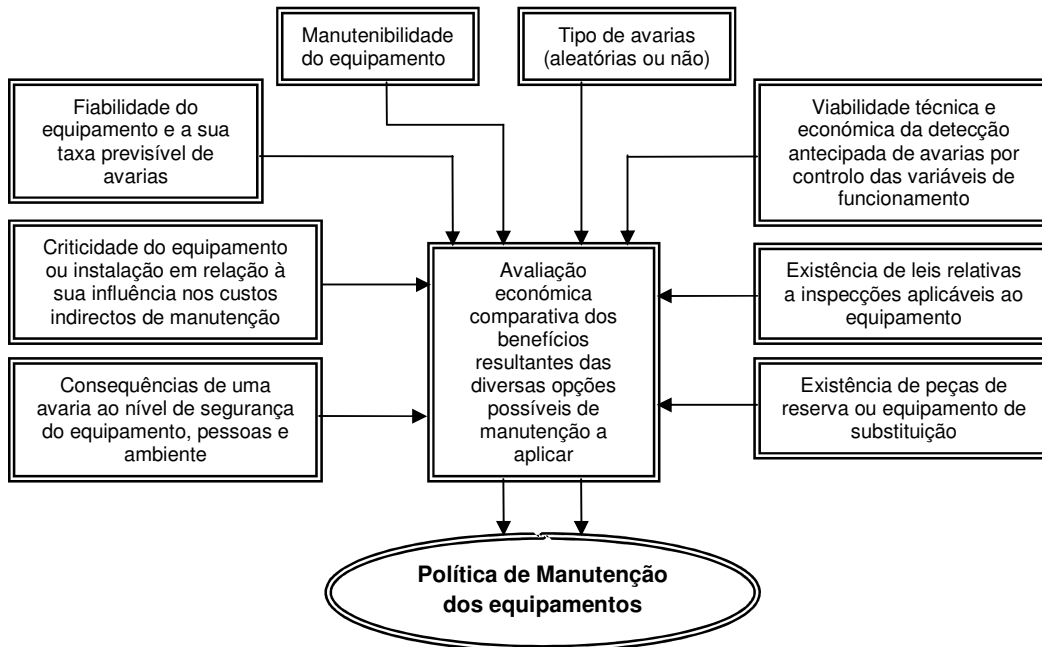


Figura 3.3 – Aspectos a ter em consideração na selecção da política de Manutenção dos equipamentos.

A subcontratação em manutenção tem por objectivo minimizar os custos globais desta actividade, permitindo um correcto nivelamento do diagrama de carga de trabalho da manutenção, realizado com meios próprios. Por conseguinte, o dimensionamento deste trabalho ultrapassa as dificuldades em tecnologias muito específicas, assim como a concentração dos esforços da estrutura da manutenção em intervenções nos equipamentos críticos para a Função Produção.

Por outro lado, a subcontratação introduz maior flexibilidade na gestão dos recursos, o que permite uma maior adaptação às variações da produção resultantes da conjuntura dos mercados.

A subcontratação deve ser entendida como sendo uma ferramenta de gestão das administrações modernas, pelas seguintes razões:

- Contribui para a flexibilização da actividade da Função Manutenção perante as flutuações da Função Produção.

- Permite dedicar todos os recursos da Função Manutenção à actividade básica e fundamental da empresa.
- Permite reduzir o número de efectivos do Departamento de Manutenção a um mínimo de técnicos qualificados e polyvalentes, para controlo dos processos de produção chave.
- Permite obter um serviço técnico fortemente especializado, em trabalhos de manutenção que requerem equipas altamente especializadas, com tecnologia e instrumentação avançada.
- Responde aos serviços de manutenção complementares ao negócio, com uma qualidade superior.
- Permite controlar e reduzir os custos de operação e melhorar a produtividade, visto que a Função Manutenção influencia directamente os tempos de produção e os preços finais dos bens produzidos.

A evolução do mercado na prestação de serviços de manutenção na última década, com o aparecimento de empresas com elevada capacidade técnica e com serviços de qualidade susceptíveis de inspirarem elevada confiança nos seus utilizadores, associada a uma evolução de mentalidade dos gestores, provocou uma progressiva exteriorização da Função Manutenção através da celebração de contratos com firmas prestadoras de serviços de manutenção.

A tendência geral verificada no mercado europeu e mundial é de um crescimento progressivo da exteriorização da Função Manutenção. Esta tendência resulta da prática de uma política de subcontratação em grande desenvolvimento nos últimos anos, que se caracteriza por uma opção estratégica das empresas no sentido de concentrarem o esforço financeiro e de gestão no seu núcleo de negócios, subcontratando as actividades complementares de suporte necessárias à sua actividade.

Apesar de não existirem dados actuais e concretos sobre a realidade portuguesa, relativamente a esta matéria, visto que o último estudo sobre a situação da manutenção em Portugal foi realizado em 1987, tem-se verificado que a subcontratação tem vindo a acentuar-se no tecido empresarial português, observando-se paralelamente o crescimento do número de empresas prestadoras de serviços de manutenção no mercado nacional.

Existem autores portugueses cépticos relativamente ao estado da subcontratação em Portugal, como era o caso de Monteiro Leite que refere que nas últimas décadas se assistiu a uma generalização da subcontratação dos serviços de manutenção, com sérios efeitos negativos no estado do equipamento e das instalações. De facto, tem-se verificado uma adjudicação dos trabalhos baseada, preferencialmente, nos valores das propostas em detrimento da qualificação dos executantes.

Outros autores possuem igualmente uma opinião crítica sobre este assunto, afirmando que a subcontratação da manutenção na indústria é um alvo há muito perseguido por empresas nacionais e estrangeiras. No entanto, a maior parte dos interessados pensa numa venda de mão-de-obra “encapotada” com algum enquadramento, em vez de perseguir num objectivo definido na melhoria dos resultados ao nível do desempenho das instalações do cliente e na satisfação dos requisitos deste, no que diz respeito à fiabilidade e à disponibilidade dos equipamentos. Saliente-se ainda que a percepção existente em Portugal e na generalidade da Europa, em relação à prestação de serviços de manutenção integrados ou pontuais, é de desconfiança, tendo Monteiro Leite baseado a sua afirmação na experiência como consultor de empresas com significativa importância no mercado potencial.

Como alternativa, tem-se a celebração de parcerias entre fornecedor e cliente, onde a relação entre estas duas entidades vai muito mais além de um contrato de prestação de serviços, desenvolvendo-se uma relação pró-activa cujos principais objectivos são os abaixo indicados:

- Aumento da rentabilidade da actividade através de uma maior eficiência dos activos e menores custos de manutenção.
- Aumento da satisfação e lealdade do cliente face a fornecimentos com menores prazos de execução, mais fiáveis e de qualidade superior.
- Aumento de competências.
- Aumento da disponibilidade para a produção.
- Aumento da taxa de utilização dos activos.
- Menor custo do ciclo de vida dos equipamentos.
- Maior retorno dos investimentos.
- Maior retorno dos activos/capital.

Os requisitos para uma parceria na área da manutenção podem, de uma forma sintética, reduzir-se aos seguintes itens:

- **Parceria *Win-Win* de longo-termo**, para concepção, execução e gestão da Função Manutenção, incluindo a totalidade dos activos instalados, pessoal de manutenção, actividades correlacionadas com a manutenção, peças de reserva e sistemas periféricos à Função Produção.
- **Parceria *Win-Win* baseada no desempenho**, que assegura a minimização do risco do cliente enquanto é maximizado o nível de retorno do capital.

Após a tomada de decisão de se enveredar por uma política de subcontratação, é necessário ter em atenção algumas considerações, destacando-se a selecção de fornecedores de serviços de manutenção e o tipo de trabalhos a contratar. A selecção das empresas fornecedoras deve concretizar-se seguindo regras bem definidas, nomeadamente através de uma pré-selecção feita por um sistema de pontuação, ponderada, de certos dados (aspectos jurídicos, aspectos estruturais, aspectos curriculares e aspectos de garantia) que são valorizados segundo um critério de importância.

Os critérios a ter em conta no momento de decidir quais os trabalhos de manutenção que deverão ser efectuados por meios próprios, e os que deverão ser subcontratados, são os seguintes:

- Quando a actividade de manutenção está relacionada directamente com a actividade básica do negócio da empresa, é recomendável assumir os recursos próprios, e quando as actividades de manutenção são complementares à actividade da empresa, a subcontratação é a opção mais recomendada.
- Comparação da actividade de manutenção a realizar com os conhecimentos e a experiência do pessoal próprio.
- Comparação entre os custos da actividade de manutenção a realizar por meios próprios e os custos associados à mesma actividade quando é realizada por subcontratação.
- Existência no mercado de prestações de serviço de manutenção de empresas especialistas e com experiência acumulada nas actividades de manutenção a realizar, que possam garantir um excelente rácio qualidade/preço.

3.2 - Modelos de Manutenção

De entre os Modelos de Manutenção referidos anteriormente, serão de seguida analisados os modelos *TPM* (*Total Productive Maintenance*, Manutenção Produtiva Total ou Manutenção de Produtividade Total) e *RCM* (*Reliability Centred Maintenance*, Manutenção Centrada na Fiabilidade). Esta escolha justifica-se plenamente, na medida em que ambos os modelos têm sido aplicados com êxito na indústria, a nível mundial, no decorrer das últimas duas décadas, e por serem modelos cuja filosofia se baseia na optimização da relação custo/eficácia da Função Manutenção que, por sua vez, conduz a elevados níveis de segurança de pessoas e bens, à continuidade do processo produtivo e à protecção do meio ambiente.

Sendo a cultura industrial portuguesa tradicionalmente fechada, e marcada por uma forte departamentalização das funções dentro da empresa, a adopção da filosofia *TPM* significaria uma melhoria do seu desempenho, ao

nível da redução de custos e do aumento da produtividade. Por outro lado, a adopção da filosofia *RCM* permite minimizar as dificuldades da manutenção dos sistemas, cada vez mais complexos, e cuja manutenção preventiva, do ponto de vista tradicional, impõe custos e níveis de indisponibilidade elevados, devido a paragens para intervenções de manutenção, insustentáveis para as empresas que se querem competitivas.

3.2.1 - Modelo TPM

TPM, ou Manutenção Produtiva Total, é mais do que uma ferramenta de manutenção, representando uma filosofia de trabalho tida como missão da empresa na optimização dos seus indicadores de produtividade.

O modelo *TPM* encontra-se baseado em alguns pilares, entre os quais se encontram a melhoria dos equipamentos, a manutenção autónoma, a manutenção planeada, a manutenção da qualidade e a formação. Outras ferramentas já apresentadas neste trabalho também fazem parte da sustentação do *TPM*.

Por conseguinte, a *TPM* não conflitua com outras ferramentas, mas reúne-as em torno de uma filosofia de manutenção da produtividade.

O modelo *TPM* evoluiu do modelo *TQM* (*Total Quality Management*, Gestão para a Qualidade Total), que surgiu na indústria japonesa sob a influência directa do Dr. W. Edwards Deming, que iniciou o seu trabalho no Japão, após a Segunda Guerra Mundial. O Dr. Deming, começou por mostrar aos japoneses como utilizar a estatística nos processos produtivos, e os seus resultados para controlar a qualidade durante o processo produtivo. Estes procedimentos estatísticos, aliados aos conceitos de controlo da qualidade, rapidamente se tornaram o modo de vida das empresas japonesas. Este novo conceito de processo produtivo veio a denominar-se *TQM*.

Quando os problemas associados à Função Manutenção começaram a ser analisados como parte integrante do modelo *TQM*, alguns dos seus conceitos gerais não se encaixavam bem no contexto da manutenção, em grande parte devido ao facto da maioria das empresas aplicarem técnicas de manutenção preventiva segundo calendários de manutenção, com o intuito de manter as máquinas operacionais. Como resultado desta técnica, os equipamentos eram sobre-mantidos, na tentativa de incrementar a produção. As instruções e intervalos de manutenção fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos eram seguidos à risca, sem se pensar de um modo realista sobre as verdadeiras necessidades de manutenção do equipamento. O envolvimento do operador no programa de manutenção do equipamento era inexistente, e o pessoal de manutenção era treinado apenas com base nos manuais do fabricante dos equipamentos, por vezes desadequados.

A necessidade de se ir mais além na manutenção dos equipamentos, relativamente às recomendações dos fabricantes, como método de incrementar

a produção e a qualidade do produto, foi rapidamente reconhecida pelas empresas que se envolveram nos programas de *TQM*. Assim, foram introduzidas alterações aos conceitos originais do modelo *TQM*, tendo sido assumida a Função Manutenção como parte integrante e fundamental do programa de qualidade.

A origem do conceito *Total Productive Maintenance* é disputada por vários autores. Segundo uns, foi pela primeira vez utilizado pelos fabricantes americanos há quarenta anos atrás. Na perspectiva de outros, a sua origem é associada ao programa de manutenção utilizado no final dos anos sessenta do século passado, por uma empresa nipónica de componentes eléctricos para automóveis, Nippondenso. A primeira definição completa do conceito de *TPM* está associada a Seiichi Nakajima, colaborador do Instituto de Manutenção Industrial do Japão.

Livros e artigos sobre o modelo *TPM*, de autores japoneses, assim como de autores americanos, começaram a surgir no final dos anos oitenta, tendo a primeira conferência sobre *TPM* ocorrido nos Estados Unidos em 1990.

O modelo *TPM*, a partir dos anos setenta do século passado, obteve uma rápida expansão no Japão, graças aos excelentes resultados que a sua prática revelou nas empresas que o adoptaram, e ao forte envolvimento da *Japan Management Association*, nomeadamente através da acção do *Japan Institute of Plant Maintenance*, no sentido da sua promoção.

O modelo *TPM* tem como envolvente o conceito do ciclo de vida dos equipamentos (*LCC – Life Cycle Cost*) que considera os custos de aquisição, utilização, manutenção e abate, e estabelece como objectivo a maximização da disponibilidade dos equipamentos para a produção, através da meta «zero avarias», com a conseqüente eliminação das perdas de produção. Este modelo caracteriza-se basicamente pelos seguintes princípios:

- Envolvimento e participação nos objectivos de todo o pessoal da empresa, desde o topo da hierarquia até à base.
- Envolvimento da totalidade da estrutura da empresa, particularmente através dos seus departamentos que têm uma maior participação no ciclo de vida dos equipamentos, tais como os de novas instalações, de produção, de estudos, e de manutenção.
- Estabelecimento de programas de manutenção preventiva, cobrindo o ciclo de vida dos equipamentos.
- Promoção do estudo e análise das avarias e procura das soluções para as evitar, através de grupos de actividade autónomos.
- Promoção da execução de operações de manutenção por parte dos operadores dos equipamentos.

Através deste modelo, a maior disponibilidade dos equipamentos é alcançada pela eliminação das perdas originadas por avarias, por mudanças e ajustamentos nas linhas de produção para alteração do produto, pela redução da cadência dos equipamentos em relação ao seu valor nominal, bem como pelas perdas resultantes dos períodos de arranque, até à estabilização. Além disso, desenvolve conhecimentos capazes de reeducar as pessoas para acções de prevenção e de melhoria contínua, garantindo o aumento da fiabilidade dos equipamentos e dos processos, sem investimentos adicionais.

Na sequência do que foi dito anteriormente, conclui-se, então, que a Função Manutenção deixa de ser vista como uma acção não produtiva, passando a assumir um papel preponderante na empresa.

As empresas que pretendam adoptar o modelo *TPM*, devem estar conscientes de que a sua metodologia de implementação deverá ser ajustada, caso a caso, à actividade, dimensão e cultura da empresa. No entanto, deverão ter sempre em consideração as seguintes fases, pela sequência cronológica que se apresenta:

- 1º - Anúncio público, pela administração da empresa, da decisão de introdução do modelo *TPM*.
- 2º - Campanha de divulgação, informação e formação através da realização de reuniões aos diversos níveis.
- 3º - Criação de uma estrutura que promova e dinamize a *TPM* (nomeação do responsável, do secretariado de promoção, e das comissões e grupos de trabalho aos diversos níveis).
- 4º - Definição das linhas de acção e dos objectivos a alcançar.
- 5º - Estabelecimento do plano director do *TPM*.
- 6º - Lançamento, ou seja, implementação dos oito pilares básicos do *TPM*.

Basicamente, o *TPM* envolve a criação de uma cultura colectiva ligada à obtenção da máxima eficiência em todo o processo produtivo, e convoca toda a força de trabalho da empresa, onde a direcção desenvolve um compromisso e uma visão clara do mesmo, sendo então os objectivos colocados e divulgados em todos os níveis, activando o sistema, para o alcance de metas como zero acidentes, zero defeitos e zero avarias.

Com base em diversa literatura técnica e científica, pode-se ainda concluir que o modelo *TPM* apresenta os seguintes objectivos:

- a) Permitir uma visão global da manutenção.
- b) Permitir o entendimento de como as falhas ocorrem.
- c) Desenvolver sistemas para tratar as falhas.

- d) Actuar antes que as falhas ocorram.
- e) Planear acções preventivas.
- f) Melhorar e otimizar os recursos da manutenção.
- g) Promover a sinergia entre os sectores da produção e da manutenção.
- h) Melhorar os equipamentos em relação à segurança, eficiência e operacionalidade, com a ajuda do operador.
- i) Melhorar as taxas de utilização, a disponibilidade, e a ocorrência de falhas.
- j) Optimização máxima do *stock* de peças de reposição, ferramentas e meios auxiliares.

3.2.1.1 - Pilares do Modelo *TPM*

Os Pilares do Modelo *TPM*, como o próprio nome indica, são pilares que têm como função sustentar o sistema *TPM*, como se esquematiza na figura 3.4.

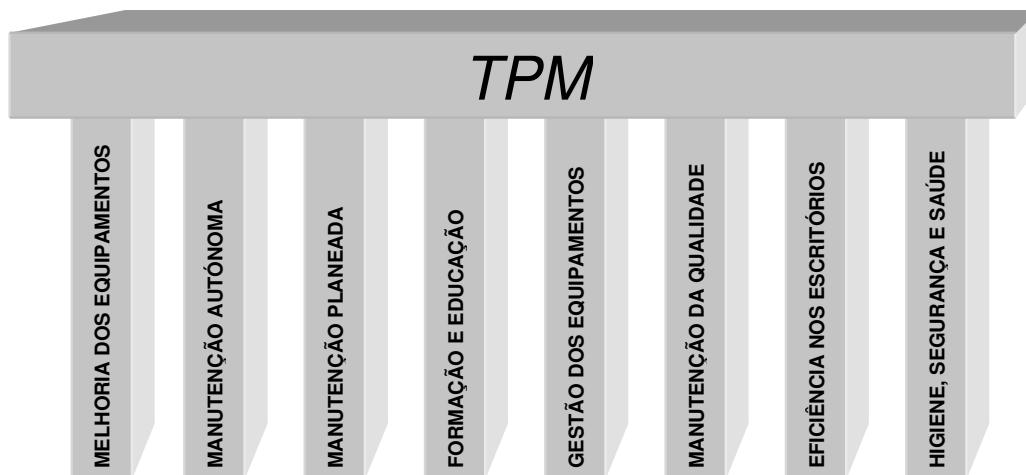


Figura 3.4 – Os oito pilares do modelo *TPM*.

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

1. MELHORIA DOS EQUIPAMENTOS

- Reconhecimento das seis perdas de produção.

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

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

2. MANUTENÇÃO AUTÓNOMA

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

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

3. MANUTENÇÃO PLANEADA

- Manutenção diária.
- Manutenção baseada na condição.
- Melhorias para o aumento da expectativa da vida em serviço.
- Controlo das peças de reposição.
- Análise de falhas e prevenção da reincidência.
- Controlo da lubrificação.

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

4. FORMAÇÃO E EDUCAÇÃO

- Passos para a manutenção básica.

- Utilização de ferramentas.
- Manutenção de transmissões.
- Prevenção de fugas.
- Manutenção do equipamento pneumático e óleo-hidráulico.
- Manutenção de sistemas eléctricos.

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

5. GESTÃO INICIAL DOS EQUIPAMENTOS

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

Este pilar propõe um sistema de organização inicial da participação em novos projectos de equipamentos e instalações, com o objectivo de eliminar prováveis falhas que poderão comprometer o rendimento. É fundamental que nesta fase sejam expostas pelos profissionais da manutenção e da produção, todas as lições aprendidas e adquiridas pela vivência diária com os equipamentos e seus problemas técnicos e soluções encontradas.

6. MANUTENÇÃO DA QUALIDADE

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

- Determinar a influência do material, da mão-de-obra e das máquinas na qualidade.

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

7. EFICIÊNCIA NOS ESCRITÓRIOS

- Actividades e manutenção autónoma
- Melhoria individual e contínua.

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

8. HIGIENE, SEGURANÇA, SAÚDE E CONTROLO AMBIENTAL

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

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

3.2.1.2 - Manutenção Autónoma

A manutenção autónoma consiste em desenvolver nos operadores o sentido de propriedade e zelo pelos equipamentos, assim como a capacidade de inspeccionar e detectar problemas na sua fase inicial, e, inclusivamente, realizar pequenas reparações, ajustes e regulações.

Em termos práticos, significa que a manutenção autónoma contribui para o fim da barreira entre a área de produção e a área de manutenção, ou seja, é necessária uma colaboração e participação de ambas as partes.

A abrangência das actividades de manutenção autónoma depende da divisão de trabalho em cada empresa.

No caso em que o operador de produção trabalha num determinado equipamento, o processo de manutenção autónoma fica simplificado já que o processo de qualificação, desenvolvimento das capacidades, adaptação e

vivência do operador com o equipamento é mais simples, pois normalmente envolve uma quantidade menor de componentes mecânicos ou eléctricos.

O processo de manutenção autónoma tende a ser mais complexo para o operador de produção, a partir do momento em que ele trabalha numa equipa de produção, que pratica o sistema de *job-rotation*, onde estão envolvidos vários tipos e modelos de equipamentos, e que exigem um processo de qualificação muito bem elaborado, para permitir que os operadores envolvidos tenham capacidades para praticarem uma política de manutenção autónoma com segurança e conhecerem cada equipamento no qual actuam, não só quanto ao processo de funcionamento para que ele possa produzir, mas também quanto à função dos principais componentes e sistemas que compõem esses equipamentos.

A responsabilidade pela manutenção autónoma vai além do envolvimento do operador de produção, na medida em que ela é sustentada também pelos envolvidos indirectamente com o processo de produção. Como exemplo, têm-se os ferramenteiros, controladores de qualidade e prestadores de serviço, que podem interferir no bom funcionamento das instalações, e necessitam igualmente de serem envolvidos no processo de qualificação, contudo com uma visão mais generalista. Estes profissionais que possuem contacto directo com os equipamentos de produção podem, na execução das suas atribuições, em circunstâncias diversas, provocarem algum tipo de dano – por exemplo, se não estiverem qualificados para entrar numa estação automática, podem danificar componentes por desconhecimento, o que propicia paragens de produção, compromete a disponibilidade da instalação bem como a eficiência da manutenção autónoma, colocando em risco a motivação das equipas.

Em síntese, a manutenção autónoma passa, fundamentalmente, por uma valorização do operador, libertando tempo e energia para que os profissionais de manutenção passem a ser verdadeiros praticantes da engenharia de manutenção.

Um processo de implementação da política de manutenção autónoma compreende sete passos, como se descreve seguidamente:

1. Limpeza dos equipamentos e instalações

Nesta fase é importante fazer ver ao operador que o conceito de limpeza é uma oportunidade para inspecção, operador esse que começa a conhecer o equipamento em que actua, descobrindo até mesmo a existência de componentes cujas funções, ele desconhecia ou nem sequer sabia que existiam.

As formações muitas vezes não são suficientes para que o operador conheça e aprenda todos os detalhes de cada equipamento. Por isso, esta etapa é muito importante para a intimidade da relação pessoa-máquina.

2. Eliminação das fontes de sujidade e locais de difícil acesso

O objectivo desta fase consiste em consolidar a limpeza conseguida no passo anterior, uma vez que, durante as actividades de limpeza, são detectadas diferentes fontes e pontos de sujidade que tornam a limpeza, inspecção e lubrificação muito difíceis de serem realizadas.

3. Elaboração de procedimentos de manutenção básicas

Tem por base a determinação de procedimentos básicos de manutenção autónoma, para se evitar a deterioração acelerada dos equipamentos.

4. Inspeção Geral

Tem como objectivo desenvolver habilidades mais específicas e técnicas nos operadores, permitindo através da formação que eles passem a conhecer os detalhes e os pontos mais críticos dos equipamentos em que actuam.

Este passo é muito importante, já que os operadores devem obter formação e conhecimentos relacionados com electrotecnia, hidráulica, pneumática, etc., proporcionando o desenvolvimento de capacidades não só de identificação de falhas mas também de definição das suas causas, e actuarem em conjunto com as equipas de manutenção.

5. Inspeção Autónoma

É, nesta fase, que o operador executa as actividades de manutenção autónoma com total efectividade, utilizando os conhecimentos adquiridos nas fases anteriores assim como os respectivos procedimentos, previamente elaborados. Também deve ser previsto que, nesta fase, sejam feitas inclusões de novos itens de verificação, como resultado da inspecção geral ocorrida na fase anterior.

6. Uniformização

É a fase de consolidação dos trabalhos nos equipamentos e no local. Tem por base a eliminação de actividades que não agregam valor e optimização de tempos de movimentação, através da reorganização do *lay-out*.

7. Gestão Autónoma

Após a consolidação dos passos anteriores, inicia-se a fase da gestão autónoma, que permite ao operador actuar em conjunto com a equipa de manutenção, auxiliando no processo de análise e solução de problemas. Os

operadores devem ser verdadeiros gestores de actividades, actuando com total esforço, para que o ciclo não seja interrompido.

Como já foi referido, a manutenção autónoma é realizada pelos próprios operadores, e constitui uma ferramenta muito eficaz de manutenção preventiva e preditiva.

A manutenção autónoma é uma forma de reduzir os custos com pessoal de Manutenção e aumentar a vida útil dos equipamentos, concentrando-se na limpeza, lubrificação, afinações e inspecções diárias.

Neste processo, cabe à manutenção identificar o índice de fiabilidade de cada equipamento e do processo como um todo, e também como essa fiabilidade pode ser melhorada. Pela sua característica científica, requer uma equipa de manutenção mais especializada para o desenvolvimento dos estudos de fiabilidade, sendo de salientar que um bom estudo de fiabilidade pode conferir ao sistema uma maior racionalidade na aplicação dos recursos destinados à manutenção e controlar melhor o *stock* de peças, as ordens de serviço e as paragens programadas.

O que hoje em dia se espera nas empresas modernas é uma “união” entre produção e manutenção, com o objectivo de melhorar a qualidade, a produtividade, reduzir os desperdícios, e melhorar a eficiência global dos equipamentos através de um trabalho conjunto.

O êxito dependerá da capacidade, da responsabilidade, do compromisso, da vontade de mudança, da competência, e da qualificação conseguida através da formação.

3.2.1.3 - Conceito Básico dos 5 S's

O Programa 5 S's, também conhecido como *housekeeping*, é uma técnica reorganizadora das empresas. Foi desenvolvido com o objectivo de transformar o ambiente das organizações e as atitudes das pessoas. Da aplicação deste programa resulta uma melhoria significativa da qualidade de vida dos colaboradores, para além de se reduzirem desperdícios e custos, de onde resultarão, por consequência, aumentos significativos da produtividade das empresas.

Poder-se-á afirmar que a aplicação deste programa é como praticar-se bons hábitos ou ter-se bom senso. Apesar da simplicidade dos conceitos e da facilidade de aplicação em termos práticos, a sua implementação efectiva não é fácil, uma vez que a base dos seus conceitos representa a mudança de atitudes e hábitos das pessoas, por vezes demasiadamente enraizados. Essa mudança exigirá uma grande formação por parte de todos os intervenientes da empresa, característica que nem sempre se encontra no seio das empresas. Observa-se que ainda existem muitas empresas que não compreenderam o que significa praticar este conceito, e limitam-se apenas à limpeza das áreas visíveis na produção e das superfícies aparentes dos equipamentos, etc., e por

não praticarem correctamente, não colhem os resultados esperados, acabando por desistir por considerarem erradamente que se trata de mais uma teoria.

Conforme se referiu anteriormente, o conceito básico desta metodologia consiste na qualidade de vida dos recursos humanos, através da criação de melhores condições de trabalho, resultando numa maior produtividade obtida com maior qualidade. Esta metodologia surgiu das iniciais das seguintes cinco palavras de origem japonesa: **SEIRI**, **SEITON**, **SEISO**, **SEIKETSU**, **SHITSUKE**, que têm, respectivamente, os seguintes significados:

SEIRI – organização e utilização. Manter no local de trabalho apenas o material, ferramentas e equipamentos estritamente necessários, separando assim o útil do inútil. Apresenta os seguintes benefícios:

- 1 Optimização do local de trabalho.
- 2 Maior rapidez na procura do material necessário.
- 3 Remoção do desnecessário e/ou do obsoleto.
- 4 Conhecimento com exactidão do material existente.

SEITON – ordenação e arrumação. Manter no local de trabalho o material, as ferramentas e os equipamentos de forma organizada, isto é, cada peça deverá ter o seu local específico de arrumação. Apresenta os seguintes benefícios:

- 1 Diminuição dos riscos de acidentes.
- 2 Diminuição de *stocks* e de movimentação de peças e equipamentos.
- 3 Conhecimento real do material disponível.
- 4 Melhorias no controlo visual.
- 5 Rapidez na procura de peças.

SEISO – limpeza. Trabalhar tendo o cuidado em manter limpos o local e o material de trabalho, e procurar eventuais causas que possam diminuir o rendimento de trabalho. Apresenta os seguintes benefícios:

- 1 Redução dos custos de manutenção.
- 2 Aumento da motivação dos operários.
- 3 Aumento da vida útil das ferramentas e dos equipamentos.
- 4 Ambiente de trabalho mais agradável.

SEIKETSU – padronização e higiene. Manter todos os sectores da empresa com as mesmas características, através da combinação de **SEIRI**, **SEITON** e **SEISO**. Apresenta os seguintes benefícios:

- 1 Maior entendimento entre os colaboradores da empresa.
- 2 Aumento da integração entre diferentes áreas.

- 3 Aumento do controlo visual.
- 4 Aumento do bem-estar dos colaboradores.
- 5 Aumento da motivação.
- 6 Optimização do tempo laboral.

SHITSUKE – auto-disciplina. Representa a auto-disciplina através da interiorização de bons hábitos e de bons costumes, tratando igualmente da actualização constante de conhecimentos por parte de todos os intervenientes no processo produtivo. Apresenta os seguintes benefícios:

- 1 Aumento das inter-relações.
- 2 Expansão da criatividade.
- 3 Cumprimento das normas de procedimentos definidos.
- 4 Consciencialização de valores éticos e morais.
- 5 Melhorias no desenvolvimento profissional.
- 6 Ascensão na carreira profissional.
- 7 Redução dos acidentes de trabalho.

3.2.1.4 - Eficiência Global do Equipamento

Após o início da implementação do modelo *TPM*, as empresas recorrem a diversos tipos de indicadores, que permitem avaliar o decorrer de todo o processo, incluindo o cumprimento dos objectivos definidos. Do universo de indicadores comuns, são referidos alguns exemplos, bem como o processo de cálculo dos dois mais utilizados.

OEE - *Overall Equipment Effectiveness* (Eficiência Global dos Equipamentos)

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

MTTR - *Mean Time To Repair* (Tempo Médio De Reparação)

CCP - *Cost per Piece* (Custo por Peça)

BTS - *Build to Schedule* (Peças Feitas segundo o Planeamento)

SHARP - *Safety & Health Assessment & Review Process* (Avaliação da Segurança e da Saúde e Revisão do Processo)

TRS - Taxa de Rendimento Sintética

Para o cálculo da *OEE* - Eficiência dos Equipamentos e da *TRS* - Taxa de Rendimento Sintética, procede-se da seguinte forma:

***OEE* - Eficiência dos Equipamentos**

Este parâmetro é uma função directa de três parâmetros de aferição, sendo calculado através da seguinte expressão:

$$OEE = Do \cdot Ro \cdot Tq$$

Disponibilidade Operacional Do

O principal objectivo da Função Produção relativamente aos equipamentos é ter a máxima disponibilidade para produzir. Na prática, como é sabido, o tempo decorrido entre acções de manutenção e a duração dessas acções condicionam a disponibilidade dos equipamentos e impõem, por conseguinte, restrições à produção. A Disponibilidade Operacional de um equipamento é então definida através da seguinte expressão:

$$Do = \frac{MTBM}{MTBM + MDT}$$

representando $MTBM$ o *Mean Time Between Maintenance* (Tempo Médio Entre Acções de Manutenção), e MDT o *Mean Maintenance Downtime* (Tempo Médio de Paragens Para Acções de Manutenção). Por conseguinte, para um determinado período de tempo (valor médio), igual a $MTBM + MDT$, o tempo útil médio de funcionamento corresponderá a $MTBM$. Por outro lado, as paragens não programadas, que não se encontram incluídas nesta definição, devem-se sobretudo aos seguintes grupos de factores:

- Avarias aleatórias, mudanças de produção, “setups”, afinações, e regulações.
- Ausência dos operadores, falta de matérias primas e cortes de energia eléctrica.

Rendimento Operacional Ro

Este rendimento é uma função das perdas relacionadas com as reduções de velocidade que se possam verificar no processo produtivo, sendo dado pela seguinte expressão:

$$Ro = \frac{TBF}{TTF}$$

representando TBF o Tempo de Bom Funcionamento, e TTF o Tempo Total de Funcionamento. O Tempo de Bom Funcionamento TBF corresponde à diferença entre o Tempo Total de Funcionamento TTF e o Tempo de Funcionamento Degradado TFD , correspondente ao somatório dos tempos de pequenas paragens, de funcionamento em vazio, e de degradação do tempo de ciclo do equipamento. Por conseguinte, como se tem:

$$TBF = TTF - TFD$$

virá ainda:

$$Ro = \frac{TTF - TFD}{TTF}$$

Por sua vez, o Tempo Total de Funcionamento TTF é igual à diferença entre o Tempo de Funcionamento TDF e o Tempo de Paragens não Programadas TPN , ou seja, o tempo correspondente a pequenas paragens devidas a avarias aleatórias, mudanças de produção, afinações, ausência do operador, e faltas de energia eléctrica. Sendo então:

$$TTF = TDF - TPN$$

virá finalmente para a expressão do Rendimento Operacional:

$$Ro = \frac{TDF - TPN - TFD}{TDF - TPN}$$

Taxa de Qualidade Tq

A Taxa de Qualidade de operação do equipamento depende das perdas de produção associadas directamente aos produtos fabricados com defeito, isto é, não obedecendo aos padrões previamente estipulados. É contabilizada através da seguinte expressão:

$$Tq = \frac{PSD}{PTF}$$

sendo PSD o número de produtos bem fabricados, isto é, sem defeitos, e PTF o número total de produtos fabricados.

TRS - Taxa de Rendimento Sintética

É outro parâmetro importante de avaliação do desempenho do modelo de manutenção TPM , sendo dado através da seguinte expressão:

$$TRS = \frac{D}{A} = \frac{B}{A} \times \frac{C}{B} \times \frac{D}{C}$$

sendo:

- A - Tempo teórico máximo possível de funcionamento.
- B - Tempo teórico máximo possível de funcionamento deduzido dos tempos de paragem motivados por avaria ou para mudança de peças devido a uma mudança de produto fabricado.
- C - Tempo bruto de funcionamento deduzido das perdas devidas a um menor desempenho dos equipamentos (paragens momentâneas, diminuição de cadência).

D - Tempo líquido de funcionamento deduzido das perdas por “não qualidade”.

Por conseguinte, tem-se assim:

$$\frac{B}{A} = \text{Taxa Bruta de Funcionamento}$$
$$\frac{C}{B} = \text{Taxa de Desempenho}$$
$$\frac{D}{C} = \text{Taxa de Qualidade}$$

As actividades de manutenção e de operação exercem uma influência directa nos indicadores citados, o que demonstra a estreita relação da influência da Manutenção Autónoma e do conceito dos 5S's nos índices de disponibilidade, de desempenho operacional, e de qualidade.

3.2.1.5 - Resultados da Implementação do *TPM*

Antes de mais, o sucesso da implementação do modelo *TPM* depende da formação do capital humano da empresa, o que exige um esforço de formação a todos os níveis, diferenciada em intensidade e conteúdo, de acordo com o nível de gestão a que se destina.

Para os administradores, o seu conteúdo aborda as linhas gerais do modelo, as etapas da sua implementação, e o papel dos directores em todo o processo.

Para os quadros, a formação incide nos princípios, nas etapas, nos conceitos básicos, e na metodologia específica do sistema.

A formação dos operadores de produção e de manutenção, é dividida em etapas, avançando progressivamente à medida que os conhecimentos ministrados em cada etapa vão sendo assimilados. A formação incide sobre as normas e os padrões de execução de operações de limpeza, lubrificação, e ajustamentos do equipamento e, ainda, sobre a detecção e análise de avarias.

Há três razões principais pelas quais o modelo *TPM* se difundiu tão rapidamente na indústria japonesa, estando agora o mesmo a acontecer em todo o mundo: i) garante resultados drásticos, ii) transforma visivelmente os lugares de trabalho, iii) eleva o nível de conhecimento dos trabalhadores da produção e da manutenção.

A nível industrial, existem melhorias significativas após a sua implementação, devidas basicamente aos seguintes factores: i) redução de avarias nos equipamentos, com o conseqüente aumento da disponibilidade operacional; ii) minimização dos tempos de inactividade dos equipamentos; iii) redução do número de paragens aleatórias; iv) redução do número de produtos fabricados com defeitos; v) elevação da produtividade; vi) redução de custos;

vii) redução de *stocks* de peças para manutenção (consumíveis, sobresselentes, reserva) e de produtos fabricados.

O modelo *TPM* permite igualmente melhorar o ambiente de trabalho, transformando as instalações normalmente sujas, com poeiras, óleos derramados, objectos não arrumados, lixos e detritos, num ambiente agradável e seguro, de onde resulta o aumento do bem-estar dos meios humanos, para além de eliminar tempos desperdiçados desnecessariamente na procura de ferramentas e objectos de trabalho, não arrumados convenientemente.

A elevação do nível de conhecimentos assim como a elevação das capacidades técnicas dos meios humanos afectos à produção e à manutenção, iniciam-se à medida que as actividades da *TPM* vão sendo realizadas e, ao surgirem os primeiros resultados positivos, a motivação desses meios humanos aumenta, contribuindo para uma melhor integração no trabalho e para o aumento de sugestões de melhorias do processo produtivo por parte dessas pessoas. A maior transformação ocorre sobretudo nos operadores, na medida em que a *TPM* ajuda esses operadores a entender melhor os equipamentos com que trabalham no seu dia-a-dia, e a contribuir directamente para as actividades de manutenção directa. Ou seja, dá-lhes a oportunidade de fazerem novas descobertas, de adquirir novos conhecimentos, e de desfrutar de novas experiências, reforça a sua motivação, gera o seu interesse e preocupação pelos equipamentos, e alimenta o seu desejo de manter os equipamentos em óptimas condições de funcionamento.

A introdução do modelo *TPM* representa uma das grandes evoluções da abordagem produtiva focada nas actividades de manutenção, e constitui um factor decisivo para as empresas que enfrentam indisponibilidades elevadas em produtos fabricados, devido em grande parte a quebras no funcionamento dos seus equipamentos, motivadas pela existência de posturas de manutenção completamente inadequadas.

Em suma, com a implementação do modelo *TPM* espera-se o seguinte:

- 1** - Gestão de *stocks* com custos minimizados.
- 2** - Melhorias nas qualidades técnicas dos meios humanos, desenvolvidas através de planos de formação e educação, com vista a aumentar o grau de motivação e a consciência profissional.
- 3** - Incentivo da análise de riscos e de avarias, à medida que os meios humanos afectos às actividades de produção e de manutenção forem evoluindo, técnica e profissionalmente.

Quando se está a projectar a implementação do modelo *TPM*, deve-se começar pela formação de todos os intervenientes, como já foi referido. Essa fase é extremamente importante, para que todos tomem consciência das mudanças que irão acontecer com a adopção de uma metodologia

revolucionária. No início, geram-se problemas, receios e más vontades, uma vez que, provavelmente, ninguém estará preparado para mudanças tão radicais. É fundamental que se interiorize em todos os trabalhadores a sua importância, pois, só assim, será possível obter-se todo o seu apoio, e, por outro lado, responsabilizá-los pelos seus actos. É esta a grande vantagem da filosofia *TPM*, uma vez que os restantes benefícios advirão da consciencialização e da participação de todos na procura de um objectivo único e comum.

3.2.2 - Modelo *RCM*

Em função das grandes mudanças que ocorreram nas últimas décadas, aumento do número e diversidade de equipamentos que necessitam ser mantidos, sistemas cada vez mais complexos, novas técnicas de manutenção, maiores responsabilidades atribuídas à Função Manutenção, etc., os responsáveis por equipas de manutenção sentiram a necessidade de adoptar um método de trabalho que sintetizasse os novos avanços num modelo coerente, modelo esse que permitisse avaliar os novos desafios e aplicar os novos recursos disponíveis, de uma forma mais racional.

A *RCM* (*Reliability Centred Maintenance* ou Manutenção Centrada na Fiabilidade) foi considerada como a metodologia mais adequada, pois baseia-se nesta filosofia de trabalho, e já foi amplamente testada durante um longo período de tempo, e em vários segmentos da indústria.

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

A implementação deste modelo é concretizada através da constituição de grupos de trabalho multidisciplinares e multifuncionais, constituídos por elementos da Função Produção e da Função Manutenção, provenientes de diversos níveis hierárquicos, com prévia formação geral na metodologia *RCM* e nas respectivas técnicas aplicáveis, apoiados por um especialista no modelo, que identifica em primeiro lugar as avarias críticas dos equipamentos, nomeadamente as designadas por “avarias escondidas”, que não afectam de imediato a produção, e, como tal, não têm efeitos imediatamente visíveis, mas que podem culminar em graves consequências. Posteriormente, e de uma forma sistemática e devidamente estruturada, analisam as consequências dessas avarias na segurança dos bens e pessoas, na continuidade do processo e no ambiente, através de uma metodologia específica e recorrendo ao apoio de programas informáticos, dispondo de algoritmos que permitem estudar as avarias dos equipamentos, estabelecendo, *a posteriori*, qual a Política de Manutenção mais vantajosa a ser aplicada aos equipamentos ou à

instalação em causa, tendo em conta os riscos assumidos à partida pela empresa.

O modelo *RCM* promove, assim, a aplicação de Políticas de Manutenção fundamentadas no conhecimento completo das funções do equipamento, no contexto em que está a operar, e no conhecimento profundo dos seus tipos de avarias e suas consequências, como resultado do estudo detalhado, por parte dos grupos de trabalho, dos seguintes aspectos:

- Funções do equipamento e seus requisitos padrão.
- Análise das suas avarias funcionais e respectivos tipos e efeitos, através do método *FMECA – Failure Modes Effects and Criticality Analysis* (Consequências dos Tipos de Falhas e Análise das Criticidades).
- Consequências das avarias na segurança, no ambiente e na produção (avaliação de riscos).
- Definição da Política de Manutenção aplicando a metodologia específica da *RCM* à informação previamente obtida, recorrendo a acções de:
 - ✓ Manutenção preventiva.
 - ✓ *Default*, para os casos em que não é possível identificar acções de natureza preventiva, e que incluem inspecções periódicas e o cálculo da sua periodicidade efectuadas aos sistemas de protecção.
 - ✓ Manutenção correctiva e modificações.

A implementação do modelo *RCM* requer então a adopção de uma sequência lógica de etapas, que compreendem a delimitação do sistema objecto da aplicação, a análise funcional pela definição das funções de todos os seus principais componentes e as possíveis falhas funcionais associadas a essas funções, e a utilização da Análise dos Modos e Efeitos das Falhas (*FMEA*), aplicada às falhas funcionais anteriormente definidas.

As etapas de implementação do modelo *RCM* podem ser tipificadas do seguinte modo:

Etapas 1 – Delimitação do sistema

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

o seu estabelecimento. Cabe ainda realçar que a experiência da equipa de análise e o funcionamento do sistema, é que devem orientar essa delimitação.

Etapa 2 – Análise funcional

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

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

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

Nesta etapa, utiliza-se a ferramenta *FMEA* para identificar os modos de falha (como a falha ocorre) e apurar os efeitos associados a cada um desses modos. Esta ferramenta fornece a caracterização dos modos de falha associados aos componentes e equipamentos, as causas das falhas e os seus efeitos (como a falha se manifesta). Um modo de falha qualquer pode estar relacionado com mais do que uma causa, e o efeito pode igualmente estar associado a uma ou mais causas.

Por conseguinte, já é possível identificar que, para alguns modos de falha considerados não críticos, é recomendável aplicar uma política de manutenção correctiva, mais especificamente, quando as falhas apresentam uma probabilidade de ocorrência remota com uma consequência pouco relevante, ou uma frequência elevada com uma consequência irrelevante.

Etapa 4 – Diagrama de decisão

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

Etapa 5 – Plano de Manutenção

A implementação do plano de manutenção, com as tarefas e respectivas frequências definidas, é a última etapa prevista para a aplicação do modelo *RCM*. Nesta etapa, procede-se ao agrupamento das tarefas com o intuito de

optimizar a utilização dos recursos humanos e minimizar a eventual indisponibilidade associada à execução das actividades de manutenção preventiva. Deve ser salientado que as revisões periódicas do plano de manutenção ficam facilitadas, pelo facto de se possuir toda a documentação proveniente da implementação da *RCM*.

É importante referir que o desenvolvimento das etapas anteriormente descritas se fundamenta em informações técnicas especializadas, associadas à participação efectiva de profissionais, em todo o processo de aplicação da *RCM*. O êxito desta metodologia exige, portanto, um planeamento eficaz de todos os recursos existentes, o que pressupõe a priorização de formas de gestão centradas na valorização do conhecimento.

Pode-se, então, afirmar que a *RCM* se baseia nos seguintes princípios:

- O importante é a função do sistema ou componente e não o tipo do equipamento/componente.
- Alguns equipamentos/componentes apresentam diferentes formas de falha, desde falhas que não afectam a função, até às que podem causar uma catástrofe.
- É necessário tornar prioritária e só executar a manutenção preventiva nos equipamentos/componentes cuja função é prioritária.
- Utilizar a manutenção preventiva sistemática somente quando a substituição aumentar a fiabilidade do equipamento/componente.
- Ênfase na manutenção condicionada.
- Análise das funções e dos modos de falhas através de grupos multifuncionais de trabalho.

A Manutenção Centrada na Fiabilidade é, portanto, uma metodologia estruturada que procura garantir que o equipamento desenvolva as funções dele requeridas, segundo os padrões de especificação para o qual foi projectado, levando em consideração o seu contexto operacional. Como se depreende das etapas de implementação desta metodologia, devem ser consideradas sistematicamente algumas questões básicas, em relação a cada um dos itens em análise, conforme se indica no quadro 3.4.

A partir da sequência de questões básicas, conforme preconizado pela metodologia *RCM*, são aplicados algoritmos para a avaliação de consequências e de selecção das formas de manutenção mais adequadas a cada modo de falha, obtendo-se o plano de manutenção a ser implementado, após consideração dos aspectos técnicos e económicos.

A *RCM* configura-se como um recurso estratégico organizacional, da área de manutenção, que introduz uma mais-valia no processo produtivo na medida em que incentiva o surgimento e a disseminação do conhecimento. Assim

sendo, possibilita uma melhoria contínua do desempenho técnico dos equipamentos, através da participação dos profissionais envolvidos, resultando numa maior disponibilidade, fiabilidade, e, conseqüentemente, numa optimização dos custos operacionais.

ITENS DE ANÁLISE	QUESTÕES BÁSICAS
Identificação das funções	Quais são as funções e os padrões de desempenho no contexto operacional actual?
Identificação das falhas funcionais	De que forma o equipamento falha no cumprimento das suas funções?
Identificação dos modos de falha	Como ocorre a falha funcional?
Identificação dos efeitos das falhas	De que forma a falha se manifesta?
Identificação das conseqüências das falhas	Qual é a relevância de cada falha?
Definição das tarefas de manutenção	O que pode ser feito para prevenir cada falha?
Reprojectar ou operar até que se verifique a avaria	O que pode ser feito se não for encontrada uma tarefa preventiva adequada?

Quadro 3.4 – Questões básicas para aplicação da *RCM*.

De entre as diferentes metodologias aplicadas à área da manutenção, a Manutenção Centrada na Fiabilidade tem obtido um destaque crescente, ao ser adoptada por empresas de diversos sectores industriais. A análise e aplicação da *RCM* focam as funções dos equipamentos e dos sistemas, no seu contexto operacional, os modos de falhas e as suas conseqüências, caracterizando-se como uma importante metodologia para a definição estruturada dos planos de manutenção.

Em linhas gerais, pode-se afirmar que este modelo visa alcançar o melhor desempenho operacional, ou seja, a máxima disponibilidade e fiabilidade das instalações, com custos operacionais adequados. Além disso, destaca-se uma criteriosa avaliação das conseqüências das falhas para a segurança, para o meio ambiente e para o processo produtivo.

4 - APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

4.1 – Instalações

Situada em Cidadelha – Santa Maria de Avioso – Maia, ocupa 4.000 m² de área de fabrico, 640 m² de área técnica e social, encontra-se instalada em terreno próprio com 46.000 m², e labora desde 1995. Esta política de

implantação foi desenvolvida para que, em caso de necessidade de expansão das naves ou de construção de outras, não ocorram problemas de espaço físico. Além disso, as instalações estão situadas a 8 km do Aeroporto do Porto e a 12 km do porto de mar de Leixões (ver figura 4.1).



Figura 4.1 – Instalações Industriais.

4.2 – Nota Introdutória

A MECANIDRAULICA S.A. é uma sociedade anónima, que desenvolve a sua actividade um pouco por toda a Europa, e agora também no Oceano Índico, Europa do Norte (Islândia) e América do Norte (Canadá).

Está vocacionada e apta não só a desenvolver projectos, como a fabricar e instalar equipamentos nas seguintes áreas:

- Instalações de tratamento de águas para consumo e indústria.
- Instalações de tratamento de águas residuais, industriais e domésticas.
- Instalações de reciclagem de lixos e compostagem.
- Equipamentos para recolha de lixos e sua compactação.
- Centrais de produção de energia:
 - Eólica
 - Hídrica
 - Biomassa
 - Fuel
- Fabricação de equipamentos, assistência e manutenção de complexos químicos e petroquímicos.
- Projecto e fabrico de naves industriais e estruturas metálicas, dispondo de uma fábrica totalmente automatizada para esse efeito (vãos até 60 mts).

- Fabrico e montagem de pontes e viadutos metálicos.
- Equipamentos para a protecção do meio ambiente (fumos e gases).
- Equipamentos para indústria de madeiras (aglomerados) e produção de papel.
- Equipamentos para movimentação de carvão, cimento e inertes (crivos, tambores, classificadores, transportadores, extractores, etc.).
- Construção naval.
- Fabrico de gruas de porto.

4.3 – Principais Actividades

ENGENHARIA: Projectos e instalações:

- Instalações industriais.
- Equipamento hidromecânico.
- Diversos equipamentos de metalomecânica média/pesada.

PRODUÇÃO: Fabrico e/ou instalação de:

- Equipamentos para protecção do ambiente (pontes, raspadoras, etc.).
- Equipamento hidromecânico (comportas, limpa-grelhas, etc.).
- Equipamentos e bens para as indústrias química, petroquímica, alimentar, madeiras e derivados.
- Depósitos para armazenamento de produtos alimentares, químicos, pulverulentos, gases e hidropneumáticos.
- Depósitos especiais para transporte por estrada e caminho-de-ferro de gases, líquidos, gasosos e sólidos.
- Equipamentos para movimentação de cargas em:
 - Fábricas
 - Parques de materiais
 - Terminais rodoviários
 - Terminais ferroviários
 - Terminais portuários tais como:
 - Pontes rolantes
 - Pórticos e semi-pórticos rolantes
 - Gruas de porto
 - Plataformas elevatórias
 - Sistemas combinados de monocarril e transportadores especiais
- Estruturas metálicas:
 - Estruturas para viadutos
 - Pavilhões normalizados ou específicos
 - Caldeiraria em geral
 - Pontes rolantes
- Reparações e montagens metálicas:
 - Reparação naval
 - Reparação industrial
 - Chaminés
 - Torres metálicas

- Equipamentos para centrais de incineração
- Complexos químicos e petroquímicos
- Tubagens
- Manutenção de instalações Industriais

4.4 – Lista de Referências

- INDÚSTRIAS JOMAR – Madeiras derivados, S.A. – Portugal
- SONAE INDÚSTRIA, S.A.
- COMPANHIA NACIONAL DE PETROQUIMICA, E.P.
- EDP – Centrais Termoeléctricas (Sines, Setúbal, Carregado, Alqueva)
- EPSI
- FISIFE – Quimigal
- SERVIÇOS MUNICIPALIZADOS DE V. N. DE GAIA
- CÂMARA MUNICIPAL DE VALONGO
- CÂMARA MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO
- CÂMARA MUNICIPAL DE PENAFIEL
- CÂMARA MUNICIPAL DE ESPINHO
- COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS
- JOAQUIM DE SOUSA OLIVEIRA, LDA
- SOCIEDADE DE PRODUTOS DE LEVEDURAS SELECCIONADAS
- GENERAL MOTOR'S – AZAMBUJA
- ESTALEIROS NAVAIS DE VIANA DO CASTELO S.A.
- UNICER, E.P. – LEÇA DO BALIO
- RIOPELE – V. N. DE FAMALICÃO
- SOCIEDADE CLEMENTE MENERES – Mirandela
- PORTO SHERATON HOTEL
- LIPOR I – Serviço Intermunicipalizado de Tratamento de Lixos da Região do Porto
- PORTUCEL – Vila Velha de Rodão; Viana do Castelo
- L. JOUGLA ET FILS – França
- OLIVEIRA E FERREIRINHAS, S.A.
- SOCIEDADE AGRICOLA QUINTA DO SALGUEIRO
- ISMAEL RODRIGUES – Espanha
- ADRIANO RAMOS PINTO, S.A.
- AEROPORTO INTERNACIONAL DE FARO, E.P.
- GRUNDIG PORTUGUESA, S.A.
- SECIL – Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A. – Entrepasto do Douro
- CRISTALEIRA ESPANHOLA
- CEPESA PORTUGUESA PETROLEOS, S.A.
- SOUSA RESENDE E RODRIGUES, LDA
- POLUIC, LDA
- MECAP, S.A.
- A. LUDGERO CASTRO, LDA
- FERDOURO – PONTE FERROVIÁRIA DE S. JOÃO – Porto
- CONTINENTAL MABOR
- CORTICEIRA VALÉRIO, LDA
- HIDROCONTRATO, LDA
- SHELL PORTUGUESA, S.A.
- REFLUX-REPRESENTAÇÕES E FLUIDOS, LDA
- SICAL, S.A.
- SOARES DA COSTA, S.A.
- METALNORTE, LDA
- EFACEC, S.A.
- SEPSA, S.A.

- BABCOCK & WILCOX – Gruas dos portos de Barcelona e Santander
- INDÚSTRIA TÊXTIL DO AVE
- I.C.M., S.A.
- FÁBRICAS MENDES GODINHO, S.A.
- MOTA & COMPANHIA, S.A.
- EXPO 98.
- STEIN HEURTEY.
- CNIM – CONSTRUCTIONS INDUSTRIELLES DE LA MEDITERRANÉE – FRANÇA
- LEROUX & LOTZ TECHNOLOGIES – FRANÇA
- ABB ALSTOM POWER – FRANÇA
- ENTREPOSE – FERBECK & VINCENT – FRANÇA
- ASTANO – ASTILLEROS E TALLERES DEL NOROESTE – ESPANHA
- AEROPORTO DE LISBOA
- LISNAVE – ESTALEIROS NAVAIS, S.A.
- HYDROPIPE – FRANÇA
- PROTEC FEU – FRANÇA
- E.S.E.T. – FRANÇA
- GEA BTT – FRANÇA
- PROCEDAIR, S.A. – FRANÇA
- STRANICH – ITÁLIA
- FACAL, S.A. PORTUGAL
- SOCIEDADE LUSO FRANCESA DE CONSTRUÇÕES, S.A. – PORTUGAL
- ALSTOM POWER BOILERS ENVIRONNEMENT – FRANÇA
- RENTERRA – ALUGUER DE EQUIPAMENTOS PARA TERRAPLANAGENS
- TELENER – SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES
- MINIHIDRICA DO ASSOPIO – PORTUGAL
- AMI – ARDÈCHE MANUTENTION INDUSTRIELLE – FRANÇA
- CONSTRUÇÕES SERRA DO LAROUÇO
- ALÉNÁGUAS
- INFRAESTRUTURAS DAS ANTAS, ACE
- METAALCONSTRUCTIES VILLEMS N.V. – BÉLGICA
- SIMI – SOC. INTERN. DE MONTAGENS INDUSTRIAIS
- WINWIND IBÉRICA
- ELECTROFER – CONSTRUÇÕES MERTÁLICAS
- MONTELUSA – MONTAGENS METÁLICAS, LDA
- EFACEC ENERGIA, SA
- ANTÓNIO FERNANDO PEIXOTO ARAÚJO
- SOLIOS ENVIRONNEMENT - FRANÇA
- SOLIOS ENVIRONNEMENT INC. – CANADA
- SISTAVAC, SA
- APP – Estruturas e Produções Metalomecânicas, Lda.
- PEMEL METALOMECÂNICA, LDA
- IBEROL – Sociedade Ibérica de Oleaginosas, SA
- CONSTRUÇÕES METÁLICAS DA BEIRA, LDA
- EDIFER, SA
- AXIAL – Remodelação de Interiores e Fachadas, Lda.
- KRUPP HAZEMAG SAS
- J. GOMES – Sociedade de Construções do Cavado, S.A.
- ABB – Alexandre Barbosa Borges, SA
- WILHELM HEDRICH VAKUUMANLAGEN GmbH & CO.KG – Alemanha
- ALFYMA INDUSTRIE – França

4.5- Número de Colaboradores

- Quadros superiores

6

• Quadros intermédios	8
• Administrativos e comerciais	5
• Trabalhadores especializados	86
• Trabalhadores não especializados	37
• Higiene e segurança	1
• Manutenção	3
• Motoristas	5

4.6 – Meios de Elevação e Transporte

- 1 Auto-grua com 30 ton de capacidade
- 1 Empilhador de 4 ton
- 1 Retroescavadora com rodas pneumáticas
- 3 Pontes rolantes de 12 ton
- 2 Pontes rolantes de 16 ton
- 1 Ponte rolante de 20 ton
- 2 Pontes rolantes de 5 ton
- 1 Ponte Rolante de 32 ton
- 1 Pórtico de 2,5 ton. e 10 m
- 1 Pórtico Rolante de 10 ton (coluna de 30 m)
- 2 Camiões
- 3 Veículos de passageiros (9 lugares)
- 3 Veículos comerciais de 3,5 ton
- 2 Veículos de transporte de pessoal

4.7 – Equipamentos Existentes na Empresa

- 1 Calandra de 4 rolos CNC 3000/25 mm
- 1 Calandra, espessura 32-50 mm x 2500 mm
- 1 Calandra ADIRA CT-16/2000
- 1 Calandra DAVI 26 – 3000/25 mm
- 1 Guilhotina ADIRA GHV-10/3000
- 1 Guilhotina ADIRA G HV 14/4000
- 1 Quinadeira ADIRA 200 ton. X 3 m
- 1 Quinadeira ADIRA 250 ton. X 4 mts
- 1 Máquina de soldar automática MIG/MAG com “Cristo” de 6 m
- 5 Máquina de soldar automática MAG 1200 AM
- 80 Máquinas de soldar semi-automáticas
- 50 Máquinas de soldar estáticas
- 4 Máquinas de soldar MIG
- 2 Máquinas de Soldar Praxair de Arco Submerso
- 3 Carros eléctricos de soldar
- 1 Pantógrafo semi-automático de oxicorte CNC 2500 X 30000 mm
- 1 Pantógrafo automático de oxicorte com CNC 5000 x20000 mm (PLASMA)
- 1 Pantógrafo automático de oxicorte com CNC 4000 x15000 mm

(PLASMA)

- 1 Pantógrafo automático de oxicorte, plasma e furação por broca e punção FICEP B251 com alimentador extractor automático
- 3 Carros eléctricos de oxicorte
- 20 Jogos manuais de oxicorte
- 1 Torno mecânico 1500 mm EFI
- 1 Torno mecânico 3000 mm SMOLL
- 1 Torno mecânico 2500 mm POREBA útil 1200
- 1 Serrote de disco
- 2 Máquinas de furar radial EFI
- Diversas máquinas individuais eléctricas e de ar
- 1 Compressor de ar INGERSOLL-RAND 4,8 m³/MIN
- 1 Equipamento de cortar com plasma ESAB LPC50
- 1 Equipamento de cortar com plasma PRAXAIR (UNION CARBIDE) 20 x 4 mts
- 1 Frezadora SC HARMANN
- 1 Serrote automático de alta velocidade com comando numérico
- 1 Linha automática de furação, corte e marcação de perfis FICEP DZB 903 com alimentador extractor automático

4.8 – Estrutura Organizacional

Na empresa, a estrutura organizacional não está bem definida. O modelo de gestão familiar, não profissionalizado, assume práticas administrativas irracionais, personalizadas e desactualizadas. Não adopta qualquer tipo de código de conduta para os grupos de trabalhadores, os métodos intuitivos sobrepõem-se aos métodos impessoais e racionais e as formas de contratação de colaboradores são arcaicas ou patriarcais.

A não existência de organização deve-se ao facto da empresa nos últimos anos ter vindo a expandir de uma forma muito significativa, não sendo acompanhada também de um crescimento a nível organizacional.

No que respeita especificamente à forma de organização da área da manutenção, esta caracteriza-se por ser uma área onde os mecânicos e electricistas da manutenção actuam de forma desorganizada, ou seja, a oficina da manutenção está localizada na zona da produção, com os objectivos básicos de manter os equipamentos e instalações em funcionamento, no entanto não existe um responsável directo, sendo que tanto a administração, direcção técnica, qualidade e produção intervêm directamente com ordens ou pedidos de manutenção de forma não organizada e sem qualquer tipo de planeamento.

Isto faz com que não seja possível o rápido e eficiente atendimento em caso de paragem de funcionamento dos equipamentos ou pedidos de intervenção por parte da produção, além de ser impossível acompanhar diariamente os principais problemas e necessidades da área da produção.

Na empresa não existe um organograma oficialmente definido, contudo através da figura 4.2 tenta-se mostrar a estrutura organizacional da empresa actualmente.

Nesta estrutura podemos verificar que tanto a administração, direcção técnica como a qualidade intervêm directamente nas áreas da produção, transformação, pré-montagem e pintura, bem como na logística, compras, subcontratação e área da manutenção, gerindo o planeamento da produção e os vários processos destas áreas.

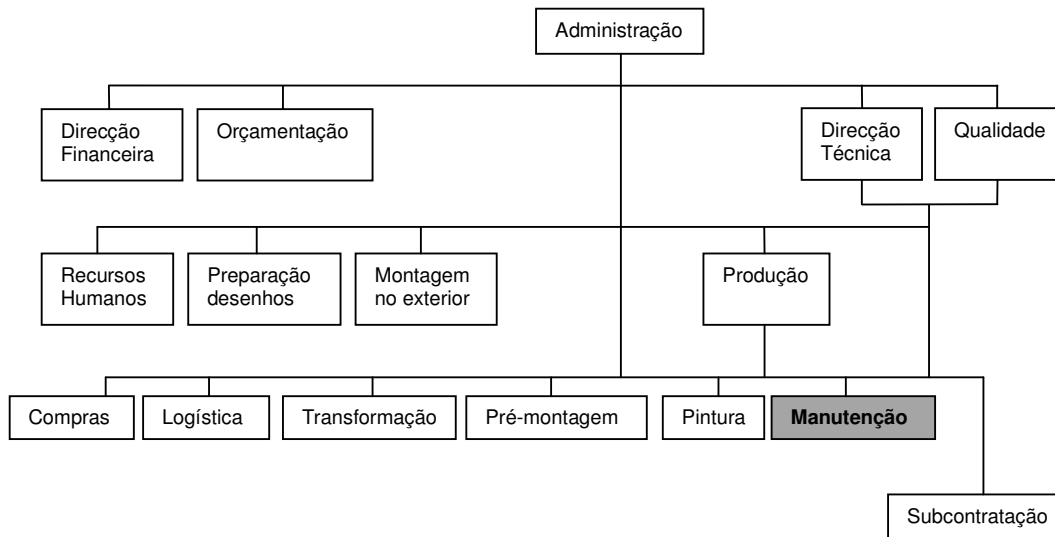


Figura 4.2 – Organograma, não oficial, da empresa.

No que respeita ao planeamento da manutenção das infra-estruturas e da manutenção dos equipamentos da produção, não existe nenhum responsável directo ou sector.

As actividades respeitantes ao planeamento da manutenção das infra-estruturas, isto é, o plano director, *lay-out*, a engenharia de fábrica, o abastecimento de energia eléctrica, a água potável, a água industrial, o ar comprimido, o gás, a manutenção predial, a engenharia de prevenção e combate a incêndios, a engenharia de segurança no trabalho, a engenharia de sistema ambiental e o *stock* de peças de substituição para máquinas e equipamentos, apesar de praticamente não existirem, quando se efectuam estão normalmente sob a responsabilidade da administração e qualidade.

Para as actividades respeitantes ao planeamento da manutenção de equipamentos da produção, isto é, o planeamento da manutenção preventiva e preditiva, a análise técnica de parâmetros da produção, a participação em conjunto com as áreas da produção na definição de aquisições de novos equipamentos de produção ou em modificações dos mesmos, o planeamento de peças de substituição, o acompanhamento dos indicadores da manutenção

(ex: disponibilidade de equipamentos, *MTTR*, *MTBF*, custos), os históricos dos equipamentos, os planeamentos de formação para os operadores da manutenção, o planeamento de processos de melhoria, a definição de máquinas e ferramentas necessárias para o desenvolvimento de actividades, entre outras, apesar de também praticamente não existirem, quando se efectuam estão normalmente sob a responsabilidade da direcção técnica.

Toda esta estrutura organizacional, assim definida, provoca ineficiência e grandes desalinhamentos no funcionamento da empresa, sendo urgente efectuar uma análise e uma reestruturação para um processo de actuação mais eficiente e eficaz.

Actualmente, foi contratada uma empresa de consultadoria para auxiliar a administração na reestruturação, incluindo na elaboração do organograma, que tem como objectivo a profissionalização da gestão de toda a empresa.

Com este processo de reestruturação pretende-se evoluir em direcção a um nível de maior formalidade e que pode ser traduzido em termos de desenvolvimento da estrutura organizacional no seguinte:

- Uma cadeia hierárquica bem definida para superar a confusão que ocorre entre os sistemas de autoridade tradicional e racional.
- Um sistema formal de normas e procedimentos.
- Uma divisão de mão-de-obra baseada em especialização funcional.
- Promoção e selecção baseadas em avaliações objectivas de competência.
- Uma maior valorização do papel ou do cargo do que da personalidade.
- O domínio da racionalidade funcional.
- A delimitação de autoridade e sua distribuição de forma estável.
- A exigência de qualificação para a contratação de colaboradores.

4.9 – Descrição das Áreas da Produção

Num prédio a cerca de 15 metros das naves principais, onde funcionam as áreas da produção (transformação, pré-montagem e pintura), estão instaladas as áreas da logística, áreas técnicas e áreas administrativas como administração, direcção financeira, recursos humanos e compras. Neste prédio encontra-se também a zona dos refeitórios e balneários.

Esta separação está principalmente ligada ao facto de o nível de ruído nas áreas da transformação e montagem ser elevado e, conseqüentemente, haver esta necessidade de separação física.

Como mostra a figura 4.3, nas 3 naves principais encontram-se as áreas da transformação, a área da pré-montagem, e a área da pintura.

Paralelamente e junto às áreas da produção está localizada a oficina da manutenção dos equipamentos da produção, a ferramentaria, a produção e a qualidade.

Existe também junto das instalações da produção uma área de logística.

Legenda:

A - Áreas Administrativas	H - Produção
B - Área Técnica	J - Qualidade
C - Logística	1 - Área Transformação
D - Refeitório	2 - Área Pré-montagem
E - Balneários	3 - Área Pintura
F - Ferramentaria	4 - Área Armazenamento
G - Oficina de Manutenção	

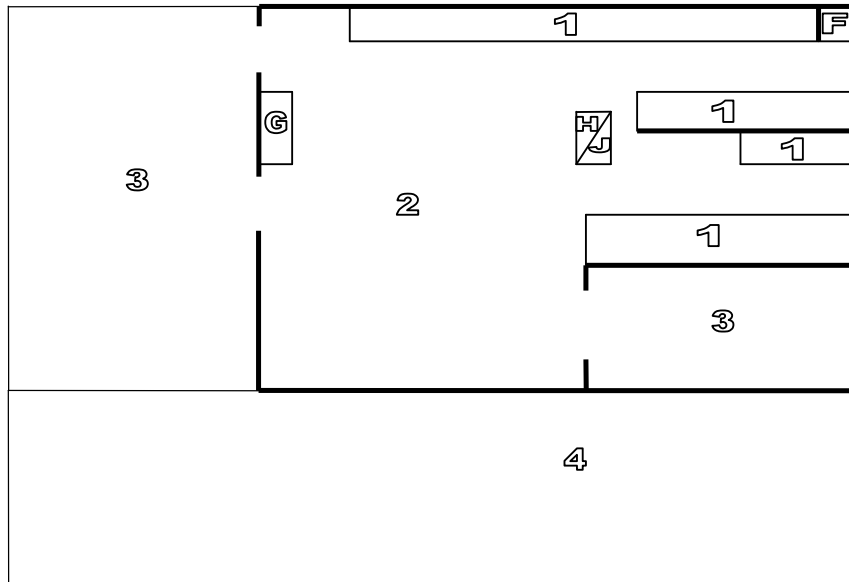
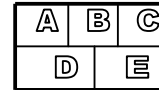


Figura 4.3 – Lay-out da Empresa.

ÁREA DA TRANSFORMAÇÃO

A área da transformação é responsável dentro do processo produtivo em transformar a matéria-prima (chapas, perfis, tubos, etc.) em peças, previamente definidas e detalhadas na sala de desenho da área técnica, como mostra as figuras 4.4 e 4.5, para posteriormente se pré-montar os subconjuntos ou conjuntos finais para pintura e expedição.

É importante realçar que as matérias-primas normalmente chegam à produção num sistema de *just-in-time*.

Os principais processos tecnológicos utilizados na área da transformação são os seguintes:

- Corte de chapa por guilhotina.
- Corte de chapa por oxicorte.
- Corte de chapa por plasma.
- Quinagem de chapa.

- Furação de chapa ou perfis por broca ou punção.
- Corte de perfis por serrote.
- Torneamento.
- Fresagem.
- Calandragem.

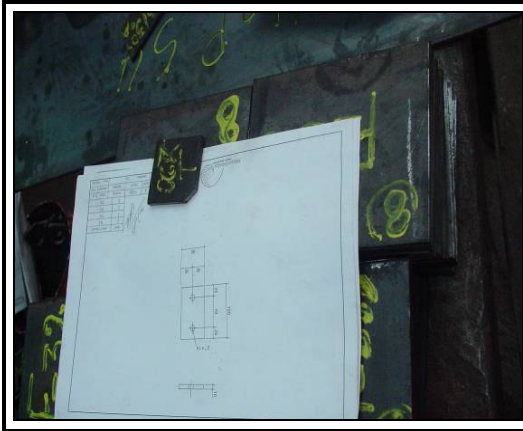


Figura 4.4 – Peças cortadas na guilhotina.



Figura 4.5 – Peças cortadas em oxicorte.

Algumas peças são fabricadas por/ou para terceiros, por decisão técnica, por motivos económicos, comerciais ou logísticos, sendo no entanto as principais peças produzidas e controladas internamente.

Os meios utilizados para a sua produção são formados por equipamentos que vão duma simples até uma alta complexidade mecânica e eléctrica, como se pode observar nas figuras 4.6 a 4.9.



Figura 4.6 – Guilhotina e Quinadeira ADIRA.



Figura 4.7 – Pantógrafo FICEP B251.



Figura 4.8 – Máquina de corte e furação de perfis FICEP DZB903.



Figura 4.9 – Quadro eléctrico da máquina FICEP DZB903.

A área da transformação situa-se em praticamente toda a área periférica da área da pré-montagem, com o intuito de facilitar as movimentações de todas as peças necessárias à pré-montagem dos conjuntos ou subconjuntos.

Os meios de elevação são garantidos por 11 pontes rolantes, como se pode ver nas figuras 4.10 e 4.11, cujas capacidades vão desde as 5 ton até às 32 ton. Estes meios de elevação são utilizados em conjunto pelas áreas da transformação e pré-montagem.



Figura 4.10 – Pontes rolantes de 5 e 16 ton.



Figura 4.11 – Pontes rolantes de 25 e 32 ton.

ÁREA DA PRÉ-MONTAGEM

É nesta área do processo produtivo que se procede à pré-montagem de todas as peças previamente produzidas na área da transformação com base em desenhos de montagem efectuados pela sala de desenho da área técnica, como se pode ver nas figuras 4.12 e 4.13, com a finalidade de se obter os conjuntos ou subconjuntos de acordo com as especificações do cliente para posterior pintura e expedição.

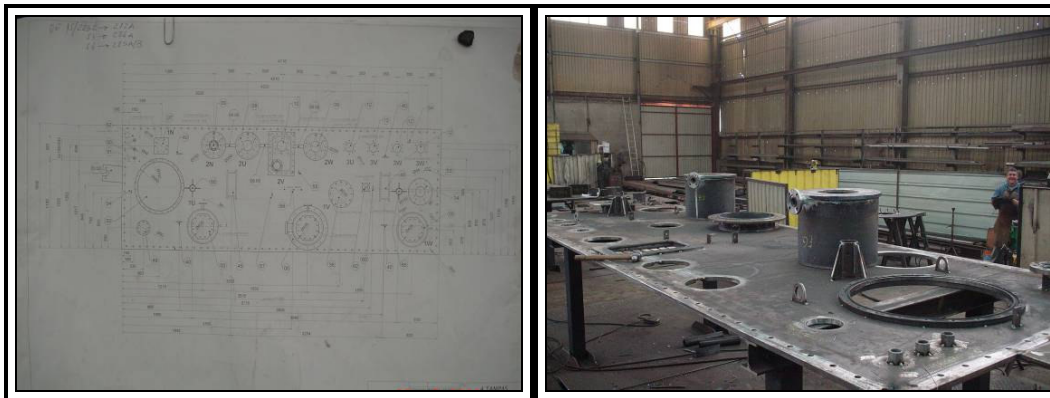


Figura 4.12 – Desenho de montagem.

Figura 4.13 – Montagem do conjunto.

De notar que também nesta área as peças necessárias à pré-montagem podem ser abastecidas por terceiros em sistema de *just-in-time*.

A pré-montagem dos conjuntos ou subconjuntos normalmente começa com as equipas de serralheiros que posicionam as diversas peças, já preparadas na fase de transformação, de acordo com os desenhos de montagem, para posteriormente as equipas de soldadores procederem à respectiva soldadura dos conjuntos ou subconjuntos de acordo com as respectivas especificações dos desenhos.

Os principais processos tecnológicos utilizados nesta área são, basicamente, os respeitantes à área de soldadura, sendo:

- Soldadura por eléctrodos revestidos.
- Soldadura *MIG/MAG*.
- Soldadura *TIG*.
- Soldadura por arco submerso.
- Soldadura com fios fluxados.
- Soldadura electrogás.
- Soldadura por plasma.

No que respeita a máquinas e equipamentos para pré-montagem dos conjuntos ou subconjuntos, são utilizadas diversos tipos de máquinas tais como, máquinas de soldar semi-automáticas, máquinas de soldar por arco submerso, máquinas de soldar *MIG/MAG*, máquinas de soldar *MAG*, máquinas de soldar estáticas, carros eléctricos de soldar, carros eléctricos de oxicorte, máquinas de aparafusar eléctricas e hidráulicas, dispositivos de ligação, ferramentas comuns na área da serralharia mecânica, etc.

Também nesta área, e em especial na soldadura, os meios utilizados são formados por equipamentos que vão de uma simples até uma maior complexidade tecnológica, como se constata nas figuras 4.14 a 4.17.



Figura 4.14 – Talhadeira pneumática de limpeza da soldadura.

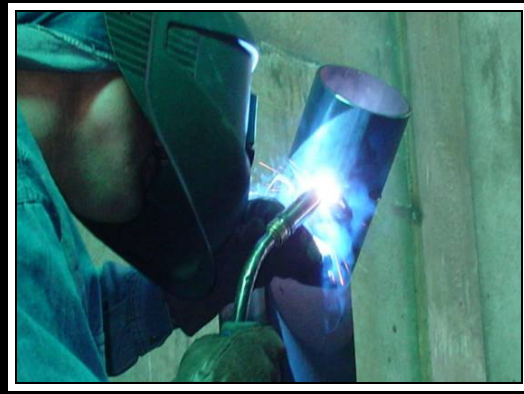


Figura 4.15 – Soldadura MIG/MAG.



Figura 4.16 – Carros eléctricos de soldadura.



Figura 4.17 – Soldadura por arco submerso.

Atendendo à diversidade de produtos fabricados na empresa, como se pode ver nas figuras 4.18 a 4.23, esta área destaca-se pela quantidade de componentes, quase sempre diferentes, envolvidos na pré-montagem, e pela necessidade de um controle de qualidade específico no final, para cada um dos conjuntos ou subconjuntos.

Nesta fase da produção, existem centenas de diversos componentes que exigem um controle logístico muito intenso, uma vez que, devido a diversidade de produtos, não é possível manter um *stock*, isto é, as peças que são produzidas na área da transformação ou subcontratadas, vão directamente para a fase de pré-montagem para formar os conjuntos ou subconjuntos.

Assim a falha de uma peça pode originar a paragem da equipa de montagem, afectar a produção e os prazos de entrega do conjunto ou subconjunto.



Figura 4.18 – Grelha de combustão para central de incineração.



Figura 4.19 – Troço para torre eólica.



Figura 4.20 – Caixa de insonorização para reactor.



Figura 4.21 – Troços para chaminé de 85 mts de altura e 12 mts de diâmetro.



Figura 4.22 – Base de chaminé com 12 mts de diâmetro.



Figura 4.23 – Bloco para reparação naval.

ÁREA DA PINTURA

Esta é a última área do processo produtivo antes da expedição. É responsável pela protecção superficial, de acordo com as especificações do cliente, dos conjuntos ou subconjuntos a serem expedidos.

Nesta área, a empresa recorre muito à subcontratação, principalmente para os conjuntos ou subconjuntos de dimensões reduzidas e facilmente transportáveis, por questões económicas.

Presentemente, como podemos ver nas figuras 4.24 a 4.27 estão a ser instalados novos equipamentos, nomeadamente, um túnel de decapagem e uma estufa, para colmatar esta situação de excesso de subcontratação de pintura e conseqüentemente reduzir o tempo gasto nesta área, devido ao transporte e resposta das próprias empresas subcontratadas, reduzir também os custos envolvidos e assim conseguir maior competitividade no mercado.



Figura 4.24 – Interior da estufa e túnel de decapagem ao fundo à direita.



Figura 4.25 – Painel da estufa de secagem.



Figura 4.26 – Estufa de secagem.



Figura 4.27 – Quadro eléctrico da estufa.

No entanto, para conjuntos ou subconjuntos de grandes dimensões, em que é necessário um transporte especial, por razões económicas e logísticas o tratamento superficial é efectuado no exterior das instalações, como se pode verificar nas figuras 4.28 e 4.29, onde se procede à decapagem manual por jacto de areia ou grenalha de ferro e á respectiva protecção superficial, com os referidos esquemas de pintura segundo as especificações do cliente.



Figura 4.28 – Decapagem manual com jacto de areia.

Figura 4.29 – Pintura manual com pistola.

Os principais processos tecnológicos utilizados nesta área são:

- Decapagem manual com jacto de areia ou grenalha de ferro.
- Pintura manual com pistola de ar comprimido.

No caso dos tratamentos superficiais por galvanização a quente ou metalização, este são sempre subcontratados, uma vez que é necessário equipamento especial do qual a empresa não dispõe.

Pelo exposto, verifica-se nesta área, mais uma vez, uma grande necessidade da logística, uma vez que 80% dos produtos vindos da área de pré-montagem são encaminhados para empresas subcontratadas para se proceder à protecção superficial.

MONTAGEM EM OBRA

Após a expedição, e a pedido do cliente, a empresa faz também a montagem de todos os conjuntos ou subconjuntos no exterior, que pode ser em Portugal ou em qualquer outro país.

Nas figuras 4.30 a 4.35, mostra-se algumas obras fabricadas e montadas pela empresa.



Figura 4.30 – Estrutura, transportadores e condutas (Iha de Reunião, Oceano Indico).



Figura 4.31 – Limpa grelhas e comportas (Penacova – Portugal).



Figura 4.32 – Estruturas de clarabóias (Porto, Portugal).

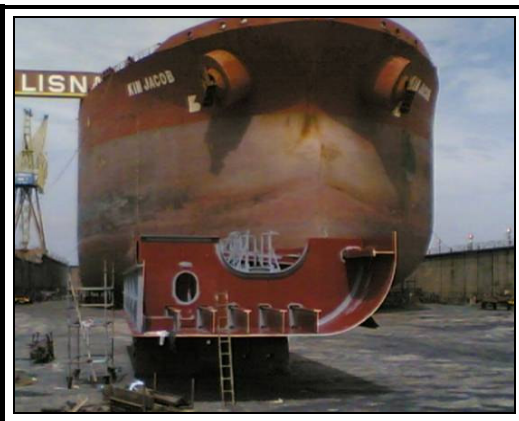


Figura 4.33 – Reparação naval (Lisnave – Portugal).



Figura 4.34 – Estruturas, condutas e chaminé (Alcoa, Islândia).



Figura 4.35 – Torres eólicas (Mafra, Portugal).

Apesar de não ser efectuada no interior da empresa, é da máxima importância para a área da manutenção, uma vez que nesta fase podem ser necessárias praticamente todas as máquinas e equipamentos da fase da pré-montagem na fábrica.

No entanto, quando os equipamentos são utilizados no interior da empresa, estes estão sob condições mais favoráveis, mais protegidos e são utilizados de uma forma mais cuidadosa, do que quando estão a ser utilizados no exterior, onde por vezes as condições atmosféricas não são as melhores, o cuidado com os equipamentos por vezes são negligenciados pela necessidade dos cumprimentos de prazos bem como pela constante movimentação dos mesmos.

Assim, surge a necessidade da equipa da manutenção, em reforçar a atenção aos equipamentos que vão para as montagens exteriores, pois em caso de avaria de um equipamento em obra a sua reparação é bastante mais demorada e acarreta maiores custos.

4.10 - Actuação da Área da Manutenção

A manutenção actualmente existente na empresa é bastante deficitária, e a sua forma de actuação é basicamente correctiva e não planeada.

A equipa da manutenção é composta por 3 elementos, sendo um electricista, um mecânico e um ajudante.

Neste momento a equipa não possui formação capaz nem actual para uma grande parte dos equipamentos da produção, uma vez que a empresa nos últimos anos tem vindo a investir em novos equipamentos com tecnologia de ponta mas esquecendo a formação dos operadores da manutenção, assim, tem-se verificado que a área da manutenção, cada vez mais, limita-se a efectuar pequenas reparações, e no que respeita às restantes manutenções, estas são subcontratadas e de uma forma também correctiva.

Pelo exposto, o que se verifica actualmente é um elevado custo da manutenção em virtude da não existência de manutenção preventiva e devido ao facto de se recorrer a subcontratações, mesmo quando estamos perante reparações simples mas que devido à falta de formação dos operadores da manutenção nestes equipamentos de tecnologia actual estes são efectuados por terceiros, com a consequência de elevados custos e tempos de manutenção.

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

O sector da manutenção funciona sob as ordens da administração, direcção técnica e qualidade e, a tudo isto, acresce o facto de a empresa não

ter métodos de gestão e organização e por conseguinte todos estes factores passam para segundo plano.

Neste momento, está a ser implementado um *software* de gestão e feitos estudos para reestruturação do processo organizativo, e do qual este trabalho tenta fazer parte.

Para concluir, e termos uma ideia do funcionamento de outras áreas, pode-se dizer que a empresa não tem um organograma definido, não tem qualquer método de gestão, existem duplicações de tarefas em áreas distintas e uma série de problemas inerentes a este tipo de funcionamento.

5 - PROPOSTAS PARA A APLICABILIDADE DO MODELO

5.1 - Introdução

Com a abertura da economia, o objectivo é de aumentar a eficiência da produção e comercialização dos produtos com base numa modernização e reestruturação da indústria.

Torna-se assim fundamental para a sobrevivência e competitividade da empresa, que a disponibilidade dos seus equipamentos, o aumento da competitividade, o aumento do lucro, a satisfação dos clientes seja uma realidade, não sendo mais admissíveis perdas provenientes de equipamentos de grande investimento, e que por causa das paragens originam essas perdas.

É de extrema importância, para esta sobrevivência, que se procure um modelo de manutenção adequado às especificidades da empresa, que identifique e elimine as perdas existentes no processo produtivo, maximizando a utilização do activo industrial e que garanta o fabrico de produtos com alta qualidade e a preços competitivos. Além disto, deve procurar também desenvolver conhecimentos capazes de reeducar os operadores para acções de prevenção e de constante melhoria, garantindo o aumento desejado de fiabilidade dos equipamentos e da qualidade dos processos, sem investimentos adicionais.

Este modelo deve ter o objectivo de criar mecanismos para prevenir as diversas perdas com o envolvimento de todos os sectores, iniciando-se pela produção e alargando-se a todos os restantes, contando com a participação da administração. Deve aproveitar os recursos humanos, os equipamentos e organização disponíveis, isto é, deve ser feita uma reestruturação da cultura organizacional através da participação de todos os operários e do aperfeiçoamento dos equipamentos, com o objectivo final de otimizar os resultados com o menor custo possível.

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

Para essa análise teve-se em conta a complexidade dos equipamentos, o tipo de trabalhos desenvolvidos, a qualificação tanto dos operadores da manutenção como dos operadores da produção, a duração e estado de conservação dos equipamentos, o volume da produção, a quantidade e qualidade da informação gerada, os recursos disponíveis, o próprio modelo desorganizado de gestão da empresa, as características da administração, as condições ambientais, e muitas outras.

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

Um outro ponto fundamental para a utilização correcta da manutenção é definir os pontos críticos e prioridades do processo produtivo da empresa, para isso é necessário estar bem entrosado no negócio da empresa e acompanhar as necessidades e constantes alterações do processo produtivo.

Numa perspectiva mais prática, e que diz respeito à relação entre os sectores da produção e manutenção, pode-se afirmar que existe por vezes uma serie de conflitos, não detectados pela direcção, que se prende ao facto da produção estar diariamente sob pressão para cumprimento dos prazos de entrega, o que faz com que por vezes os operadores da produção não tenham o devido cuidado com os equipamentos, e ao fim de algum tempo estes naturalmente avariem.

Estas avarias quando ocorrem, surgem quase sempre de forma natural por parte das equipas as questões, “Porquê?”, “Quem?” e “O que provocou esta avaria do equipamento?”, sem antes se fazer uma análise técnica da situação. Quando esta situação ocorre, estamos perante um dos pontos críticos da relação especial entre o sector da manutenção e produção. Normalmente é nesta fase que os envolvidos tentam justificar a avaria, responsabilizando o outro como eventual causador da mesma.

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

Mesmo com o cumprimento de algumas tarefas, o modelo de actuação do sector da manutenção necessita seriamente de ser revisto, devido a situações de desgaste acumuladas na equipa da manutenção que ao longo do tempo foram provocando na equipa influências negativas a vários níveis, como desmotivação, acomodação á situação da empresa, falta de empenho, sensação de desvalorização, entre outros.

Oportunamente e aliada à decisão de reestruturação organizacional, definida pela empresa, procura-se com este trabalho alterar o modo de

actuação do sector da manutenção com vista a proporcionar uma melhor optimização dos recursos e funcionalidade do mesmo.

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

Por parte dos responsáveis é necessário um esforço para trabalhar em conjunto com as equipas da manutenção e produção para que a introdução destas mudanças faça despertar o sentido de comprometimento nos operadores da manutenção e produção através da demonstração de que o seu valor e contribuição da sua mão-de-obra é fundamental para o alcance das metas e sustentabilidade da empresa.

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

5.2 - Custos da Manutenção

Nenhum estudo para a implementação de um modelo de manutenção, em qualquer empresa, pode ser devidamente efectuado sem se considerar os custos envolvidos. Eles são, na verdade, os factores mais importantes a serem examinados para se decidir entre diferentes modelos de manutenção.

Os custos envolvidos são fundamentais para a decisão de se realizar, ou não, actividades de manutenção.

Uma das questões principais é a forma como os custos são analisados.

Somente quando os custos de um modelo de manutenção são comparados com os custos gerais originados pela falta de manutenção é que se consegue sensibilizar a administração das empresas a implementá-los.

Cabe assim, mostrar que o dinheiro aplicado num modelo de manutenção é, na verdade, um investimento, que proporciona redução não só nos custos de reparação, mas também nos de paragem dos equipamentos.

A procura do lucro por parte das empresas, direccionada para uma análise simplista de redução de custos e aumento de produção, pode desviar a empresa do caminho da sobrevivência no mercado.

O caminho a seguir para manter e ganhar novos mercados está na qualidade e na produtividade. A procura da qualidade e da produtividade passa por diversas questões, como as políticas de gestão da qualidade, a análise da melhor forma de Produção, a formação, a manutenção dos equipamentos da produção e outros factores estratégicos. O papel da manutenção é essencial na garantia tanto da qualidade como da produtividade na empresa.

A manutenção deve ser encarada como uma estratégia para a obtenção dos resultados da empresa e deve estar direccionada para a solução de problemas apresentados na produção, encaminhando a empresa para patamares competitivos tanto de qualidade como de produtividade. Portanto, deve ter em conta os objectivos da empresa e ser gerida de modo a proporcionar a toda a organização um grau de funcionalidade com um custo global optimizado.

O modelo de manutenção deve ser definido pela empresa segundo os seus objectivos organizacionais, e ser o factor determinante do sucesso do planeamento da produção e conseqüentemente de toda a produtividade da empresa.

No entanto, por vezes a importância da manutenção e a opção mais eficiente do seu modelo nem sempre são evidentes e levadas em consideração na análise da estratégia da empresa, e quando o são, acabam sendo postas de lado por uma análise incorrecta dos custos envolvidos. O custo da manutenção, quando analisado isoladamente, acaba por inibir a empresa a considerar na sua estratégia essa manutenção, passando-a para uma posição secundária ou, mesmo, a ser vista como um mal necessário.

A INFLUÊNCIA DA MANUTENÇÃO NA QUALIDADE

Quando a produção de peças é feita por meio de máquinas e equipamentos, seja qual for o nível de automação, a qualidade do produto final é determinada entre outros factores, pelo desempenho desse equipamento que o fabrica. Uma manutenção ineficaz tem a necessidade de inspecções mais frequentes, o que traduz um aumento do custo do controle de qualidade.

A deterioração das óptimas condições do equipamento leva a desvios no processo e a uma quebra da qualidade.

A qualidade do processo e do produto passa pela qualidade da manutenção, sem a qual o montante investido em sistemas de gestão da qualidade pode ser inteiramente perdido.

A qualidade da manutenção pode evitar a deterioração da operacionalidade dos equipamentos, especialmente aquelas que levam a falhas ocultas, que resultam numa incapacidade do processo. Apenas uma manutenção adequada pode garantir que o processo não perderá a sua capacidade devido a desvios provocados por problemas no equipamento.

A INFLUÊNCIA DA MANUTENÇÃO NA PRODUTIVIDADE

De forma ainda mais evidente do que a qualidade, a produtividade também depende do desempenho dos equipamentos da produção.

A redução da produtividade em função das paragens dos equipamentos é analisada sob a óptica da disponibilidade dos equipamentos da produção. Entretanto, essa produtividade pode ser ainda mais afectada quando a falta de manutenção ou a manutenção ineficaz causam aumento dos tempos de produção pela redução do desempenho, mesmo não havendo uma paragem efectiva do equipamento.

Essa condição leva a empresa a procurar a origem da quebra de produção noutros factores, como ferramentas, materiais e até nos operadores, elevando assim os custos operacionais.

Pode-se dizer, portanto, que uma política de manutenção inadequada trás custos adicionais relacionados à falta de produtividade, desde as horas extras necessárias para cumprir os prazos da produção até perdas de contrato, todos mensuráveis, além de outras perdas não mensuráveis, como o desgaste da imagem da empresa.

A INFLUÊNCIA DA MANUTENÇÃO NA DISPONIBILIDADE

A redução do desempenho dos equipamentos, que leva a uma diminuição da qualidade e da produtividade, pode ser evitada com políticas adequadas de manutenção que garantam a eficiência dos equipamentos.

A falta dessas políticas, para além da redução da capacidade da produção, acarreta paragens efectivas do equipamento, reduzindo a sua disponibilidade. A disponibilidade dos equipamentos depende da fiabilidade e da manutenibilidade por eles apresentadas.

Apesar dos valores de fiabilidade e manutenibilidade serem, por definição, factores intrínsecos do equipamento e dependerem da concepção do seu projecto, eles são afectados por outros factores, como sejam a formação dos operadores da produção, a disponibilidade de peças de substituição, a limpeza e a condição geral do equipamento.

Uma política adequada de manutenção deve, então, manter a capacidade e a disponibilidade dos equipamentos, evitando as avarias (aumento da disponibilidade) e criando condições para uma intervenção correctiva rápida e eficaz, quando a falha ocorrer (aumento da manutenibilidade).

Pelo que foi exposto até agora, mostra-se que a falta de um modelo de manutenção gera custos. Os custos gerados pela manutenção são apenas a ponta visível de um *iceberg*. Essa ponta visível corresponde aos custos com mão-de-obra, ferramentas e instrumentos, material aplicado nas reparações, custo com subcontratação e outros referentes à instalação ocupada pela equipa da manutenção. Abaixo dessa parte visível do *iceberg*, estão os

maiores custos, invisíveis, que são os decorrentes da indisponibilidade do equipamento.

O custo da indisponibilidade concentra-se naqueles decorrentes da perda da produção, da não qualidade dos produtos, da recomposição da produção e das penalidades comerciais, com possíveis consequências sobre a imagem da empresa.

Essa relação entre custo da manutenção, custo da indisponibilidade e produtividade, aponta para uma melhor relação custo benefício quando a manutenção é tratada de forma preventiva, em vez de situações de descontrole de todo o processo produtivo pela falta de manutenção.

Tomando a manutenção como o principal factor para a redução dos custos da produção, deve-se definir o melhor modelo a ser adoptado para a optimização dos custos. Essa análise pode ser observada na figura 5.1, que ilustra a relação entre o custo com manutenção e o custo devido às avarias.

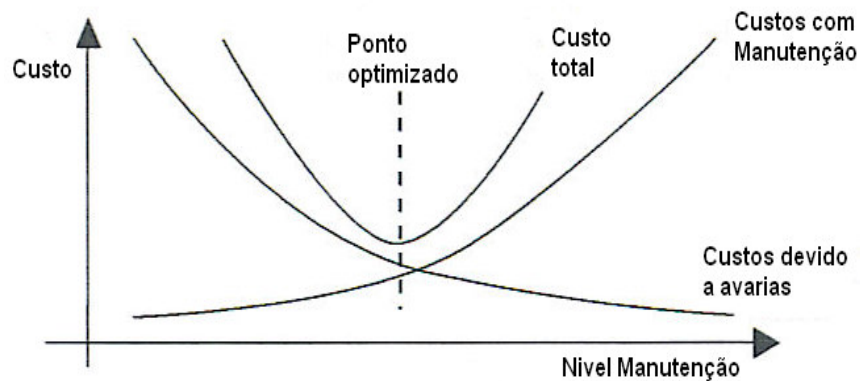


Figura 5.1 – Custos associados ao nível de manutenção.

Entre os custos decorrentes das avarias estão, basicamente, as peças e a mão-de-obra necessárias à reparação e, principalmente, o custo da indisponibilidade do equipamento.

A figura 5.1 mostra também que os investimentos crescentes em manutenção reduzem os custos decorrentes das avarias e, conseqüentemente, diminuem o custo total da manutenção, em que se somam os custos de manutenção com os custos das avarias. Entretanto, mostra também que, a partir do ponto óptimo em investimento com manutenção, mais investimentos trazem poucos benefícios para a redução dos custos das avarias e acabam por elevar o custo total.

A figura 5.2 mostra que uma procura de zero avarias (100% de disponibilidade) requer gastos cada vez maiores com manutenção, o que acarreta uma conseqüente redução do lucro da operação. Encontrar o ponto óptimo de disponibilidade, em que o custo da manutenção proporciona um

nível de disponibilidade capaz de gerar máximo lucro à operação, é o grande desafio na gestão da manutenção. A manutenção deve garantir a produtividade e o lucro dos negócios da empresa com o menor custo possível.

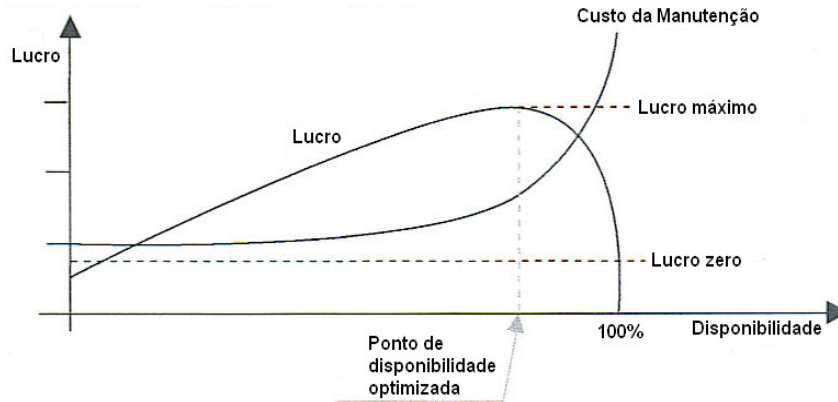


Figura 5.2 – Lucros associados à disponibilidade.

É muito importante observar que, na procura do ponto óptimo, o modelo de manutenção a ser adoptado deve levar em consideração aspectos como a importância do equipamento para a produção, o custo do equipamento e da sua reposição em funcionamento, as consequências das avarias do equipamento para a produção, o ritmo de produção e outros factores que indicam que o modelo de manutenção não pode ser o mesmo para todos os equipamentos, mas deve ser diferenciado para cada um deles, na procura do ponto óptimo entre disponibilidade e custo.

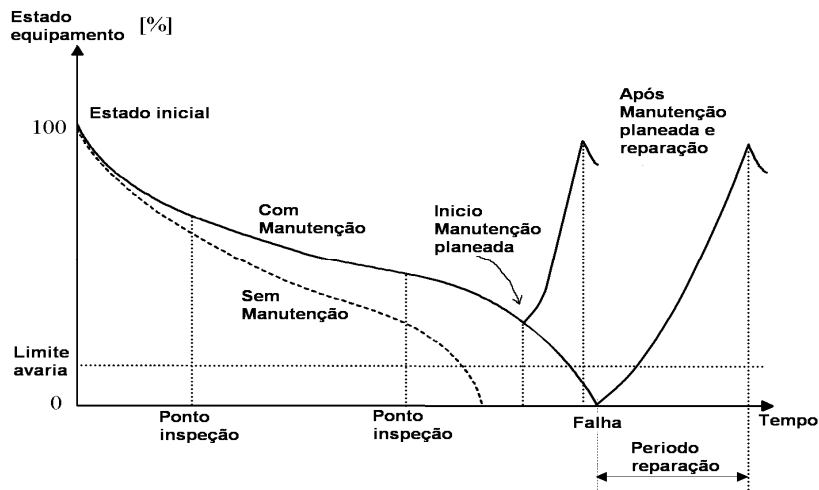


Figura 5.3 – Estado do equipamento ao longo do tempo, com e sem manutenção.

Na figura 5.3 observa-se também que, a partir do estado inicial de um determinado equipamento, ao longo do tempo esse equipamento vai deixando de ter as capacidades iniciais, diminuindo mais rapidamente no caso onde não se efectua qualquer manutenção e também que o tempo de reparação é maior no caso de a manutenção ser feita após avaria, em comparação com o tempo da manutenção se esta for feita de forma planeada.

Todos os argumentos apresentados têm por objectivo mostrar que a manutenção deve ser encarada como estratégica dentro da empresa, e que pode e deve ser usada na redução dos custos totais da produção, como investimento, e não como gasto adicional.

5.3 - Propostas a Aplicar

5.3.1 - Alteração do Sector da Manutenção

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

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

Tendo isto em consideração, é necessário um modelo que tenha em conta a valorização, a motivação e o empenho do trabalhador, ou seja, que o incentive a mudar para se sentir mais útil tanto a nível profissional como Humano.

Para se conseguir isto é necessário dotar as equipas da manutenção de formação, meios e equipamentos para que actuem com profissionalismo e de forma estratégica para o fim a que se destinam.

Nenhuma equipa da manutenção se sentirá suficientemente motivada se não tiver recursos e conseqüentemente recorrer ao improvisado para assegurar o funcionamento da produção.

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

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

- 2) - Criar um *stock* de peças de substituição, com maior probabilidade de utilização nas intervenções de manutenção correctiva.
- 3) - Criar um arquivo na oficina com toda a documentação dos equipamentos da empresa para uma rápida consulta em caso de necessidade.
- 4) - Ter sempre na oficina, em *stock*, máquinas ou componentes reparados que sejam vitais para a produção, para que, em caso de avaria, os itens avariados possam ser substituídos e reparados á posteriori, como é o caso de rebarbadoras, máquinas de soldar, etc.
- 5) - Criar um laboratório para efectuar pequenos testes electromecânicos adequados aos equipamentos da empresa.
- 6) - Ter um sector para a desmontagem e montagem de máquinas e equipamentos que necessitem de reparação ou substituição de componentes.
- 7) - Dar formação aos mecânicos e electricistas para que estes fiquem dotados de conhecimentos técnicos de todos os equipamentos da empresa.
- 8) - Elaborar um quadro, na oficina, com indicadores pré-estabelecidos para que a equipa possa acompanhar o seu próprio desempenho e eficiência.
- 9) - Transmitir de forma prática, à equipa da manutenção, as necessidades e prioridades da produção, através de reuniões a realizar periodicamente.
- 10) - Sensibilizar a equipa da manutenção para que, em caso de paragem de um equipamento, intervenham de forma rápida e estruturada, seguindo o protocolo previamente estipulado.
- 11) - Manter a equipa da manutenção integrada com a produção para acompanhar e participar sempre nos eventos durante a produção.
- 12) - Especializar a equipa da manutenção nos equipamentos cujo índice de utilização é aproximadamente 100% para que, em caso de avaria ou simplesmente de substituição de componentes, seja dispendido o mínimo tempo possível.

5.3.2 - Implementação do Modelo

As principais razões para a implementação do modelo são as seguintes: o elevado tempo de paragem dos equipamentos da produção, o excesso do número de avarias, a não existência de registo dos equipamentos, a não existência de dados técnicos, a falta de peças de substituição em *stock*, o excesso de compras de emergência, o baixo nível de formação dos operadores da manutenção, a não existência de programas de formação para os operadores, a não existência de uma metodologia para evitar as paragens dos equipamentos, entre outros factores internos como a falta de conhecimento das novas tecnologias e baixo nível de instrução dos operadores. Há ainda os factores externos, como o desenvolvimento tecnológico, a competitividade e o aumento do custo da manutenção.

Surge assim a necessidade urgente de implementar um modelo de manutenção industrial actual, aplicando técnicas adequadas de diagnóstico, inspecção, prevenção, correcção, melhorias e controle, para as máquinas, equipamentos e instalações, para que estejam disponíveis e operem com o máximo de desempenho a qualquer momento, com custos adequados e com equipas qualificadas e motivadas.

Este modelo de manutenção industrial, tem por base, eliminar o máximo de avarias com o objectivo de maximizar o rendimento, obter níveis mais altos de produtividade, reduzir os custos, elevar o nível de qualidade, deve ser eficiente no planeamento, flexibilização, aumento do nível de conhecimento técnico da equipa da manutenção, e deve também ser um suporte para a manutenção autónoma, que é a que envolve maior número de operários.

Para a implementação deste modelo de manutenção, deve-se ter em atenção as condições dos equipamentos, o aumento da flexibilidade, manutenibilidade e optimização da manutenção em relação aos custos.

As propostas para a implementação do modelo são as seguintes:

- 1)- Começar por efectuar o levantamento de todos os equipamentos existentes na empresa, desde o equipamento mais simples até ao mais complexo, e efectuar o seu registo definindo alguns dos seus parâmetros necessários como, o nome do equipamento, nome do fabricante, nome do fornecedor, data de fabricação, data de aquisição, local da instalação, modelo, tamanho, peso e outros dados técnicos.
- 2)- Definir as quantidades de avarias de cada equipamento e o seu grau de relacionamento com as perdas da produção, para que, de acordo com a quantidade de avarias se possa definir um plano a ser desenvolvido para que estas avarias se minimizem ou não ocorram novamente.

- 3)- De seguida avaliar e classificar os equipamentos, de acordo com o fluxograma da figura 5.4, isto é, definir qual o nível de prioridade de um determinado equipamento em todo o processo produtivo, tendo por base regras para essa avaliação tais como, legislação, meio ambiente, produtividade, custo, qualidade e segurança.

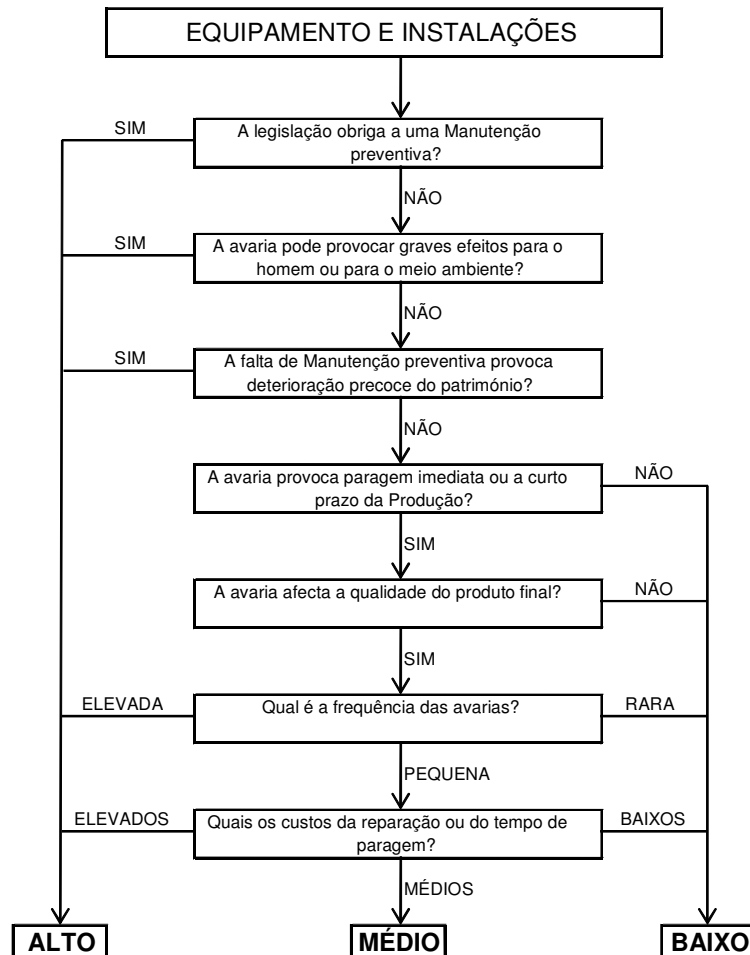


Figura 5.4 – Nível de prioridade dos equipamentos ou instalações.

Após a definição dos níveis de prioridade dos equipamentos, esses níveis devem ser registados para que essa informação auxilie no atendimento por parte da equipa da manutenção.

- 4)- No caso de aquisição de novos equipamentos, deve-se actualizar de forma contínua o registo, e o contrário no caso de venda de equipamento, isto é, deve-se retirar do registo esse equipamento.

- 5)- Toda esta informação, isto é, o registo de cada equipamento, a importância de cada equipamento e a quantidade de avarias, deve ser reunida num registo histórico de ocorrências nos equipamentos. Ao longo do tempo esta informação vai enriquecendo o histórico e assim podemos fazer o levantamento da situação real dos equipamentos da empresa, tornando possível á posteriori obter o número de avarias, o *MTBF* e o *MTTR* bem como os custos.
- 6)- Conhecida a situação real dos equipamentos, deve-se estabelecer metas, através da manutenção planeada, para definição do indicador de desempenho e para as correcções necessárias.
Assim deve ser elaborado um plano cujo objectivo deverá ser o de zero avarias e no qual deverá conter as actividades da manutenção autónoma, aplicação de um sistema de manutenção periódica, aplicação de um sistema de manutenção preditiva, a aplicação de um sistema de lubrificação, a redução de custos da manutenção por meio do controlo de *stocks* de materiais de substituição e em geral pela optimização da manutenção.
Este plano deverá ser desenvolvido no decorrer das várias fases de implementação.
- 7)- Desenvolver uma estrutura de controlo das informações e dados obtidos, recorrendo ao *software* de gestão da empresa, verificando se este necessita de alguma modificação para ser utilizado no sector da manutenção.
Se necessário, dever-se-ão efectuar as alterações e iniciar a estruturação, começando pelo registo dos equipamentos até á constituição de um pedido de intervenção a um equipamento por parte de um operador da produção. Isto torna também o planeamento da manutenção mais fácil de elaborar, elimina o controlo manual dos planos de inspecção, facilita o registo das anomalias verificadas nas respectivas inspecções e ajuda na elaboração de planos para melhorar o desempenho dos equipamentos.
Ainda uma outra vantagem é a possibilidade de interligar os pedidos de intervenção, controlo das despesas e planeamento da manutenção proporcionando uma gestão de forma integrada de todas as acções da manutenção.
Torna-se óbvio que é fundamental que, após esta estruturação da base de dados no sistema informático, se proceda à formação das equipas que vão utilizar esta ferramenta de trabalho e que, além de auxiliar no controlo da manutenção, somente a sua utilização constante permitirá a sua actualização permanente.

- 8)- Por fim dever-se-á criar um sistema de manutenção periódica, que será no fundo uma manutenção que tem por base as paragens gerais, com o objectivo de melhorar a eficiência da manutenção.

5.3.3 - Elaboração do Planeamento da Manutenção

O planeamento da manutenção é a preparação do trabalho para ser executado com eficiência e eficácia, é um dos aspectos mais importantes para uma boa organização da manutenção e contribuirá de forma significativa para um melhor desempenho da manutenção.

Ao planeamento da manutenção compete as actividades de manutenção preventiva, preditiva, correctiva e também o planeamento das paragens dos equipamentos, sendo que para todas estas actividades de manutenção, o planeamento deverá estabelecer as diferentes formas de actuação e respostas necessárias.

O planeamento das paragens periódicas dos equipamentos para manutenção é de extrema importância para se obter a máxima produtividade e eficiência operacional global, sendo que este deve ser integrado com a área da produção, visto que a disponibilidade dos equipamentos deve ser a maior preocupação para ambas as partes.

Assim, para a elaboração do planeamento da manutenção as propostas são as seguintes:

- 1)- Para a execução do planeamento da manutenção deve ter-se em conta o planeamento da produção da empresa. Ambos os sectores têm os seus próprios objectivos e é necessário um esforço conjunto para que a empresa atinja o seu objectivo final.
- 2)- Antes da instalação e início de funcionamento de um determinado equipamento, baseado nas informações do fabricante do equipamento e experiência dos operadores da manutenção, deve-se planejar as actividades de manutenção definindo qual a melhor política possível a ser adoptada para as manutenções periódicas.
- 3)- Após entrada em funcionamento do equipamento, deve-se estabelecer os meios de acompanhamento e controle do seu funcionamento, tais como os indicadores *MTTR*, *MTBF*, disponibilidade, tempo de reparação e custos. Isto possibilitará o acerto da política de manutenção adoptada e determinar a correcção e ser efectuada.

- 4)- Planear e gerir os recursos de pessoal, material de *stock* e equipamento para a carga de trabalho esperada.
- 5)- Elaborar um plano de paragens dos equipamentos em cooperação e integração com a área da produção.
- 6)- No caso de ser programada uma determinada paragem de um equipamento, deve-se atribuir a esta paragem todas as inspecções que possam ser adiantadas em função desta paragem, levando em consideração a disponibilidade de mão-de-obra, materiais, ferramentas entre outros recursos.
- 7)- Planear as actividades da manutenção preventiva que devem ser definidas pelas equipas da produção e manutenção, e devem envolver todos os profissionais da empresa como agentes de manutenção e conservação.
- 8)- Aos operadores de produção devem caber as inspecções, lubrificações e actividades de limpeza que são realizadas de acordo com a tabela de tarefas.
- 9)- Aos operadores de manutenção cabem as actividades que exigem maior conhecimento técnico e uma visão mais analítica das condições de operação do equipamento.
- 10)- No planeamento deve-se evitar ao máximo as actividades de troca periódica de componentes de forma preventiva, uma vez que estas actividades são as principais responsáveis pelo maior custo da manutenção e como é sabido ao se intensificar as actividades de inspecção, lubrificação e limpeza, a necessidade destas actividades de troca de componentes baixa significativamente.
- 11)- O planeamento das actividades que dizem respeito à manutenção preditiva que normalmente são realizadas por empresas contratadas, devido ao custo dos instrumentos, equipamentos ou conhecimento técnico necessário, deve ser realizado em conjunto com estas empresas prestadoras de serviços para um maior aproveitamento do tempo e disponibilidade destes profissionais dentro da empresa.
- 12)- O responsável da manutenção deve dirigir o trabalho de acordo com o planeamento, devendo para isso prever a cronologia do desenvolvimento das actividades de manutenção, otimizar a utilização dos recursos necessários e torná-los disponíveis,

sincronizar as actividades e os seus respectivos profissionais e realizar as actividades no momento adequado.

5.3.4 - Interação entre os Planeamentos

Ao ser efectuada a reestruturação, pretende-se que o sector da manutenção passe a ser parte integrante do sector da produção. Como a produção tem o seu próprio planeamento, surge então a necessidade de interação entre o planeamento da manutenção e o da produção, facilitando e criando sinergias muito significativas.

Esta interação, entre os planeamentos da manutenção e da produção, é de extrema importância, uma vez que a empresa tem trabalhos bastante diversificados e conseqüentemente os equipamentos a utilizar para o seu fabrico têm taxas de utilização que variam de acordo com as necessidades da produção. É frequente um determinado equipamento não ser necessário durante um longo período de tempo, podendo este período ser de três ou mais meses.

Existe também o caso de haver equipamentos que sejam necessários para montagens exteriores, o que faz com que haja a necessidade de na devida altura estes estejam em perfeitas condições de trabalho, contudo também podem não ser necessários durante longos períodos de tempo.

Com equipamentos que têm uma taxa de utilização variável, é de máxima importância que o planeamento da manutenção esteja em estreita relação com o planeamento da produção, para que em tempo útil se analise quais os equipamentos a intervir pela manutenção.

Para criação destas sinergias, com base na interação de ambos os planeamentos da manutenção e da produção, as propostas são as seguintes:

- 1) - Os responsáveis pelos planeamentos da manutenção e da produção devem trabalhar de forma integrada, para isso as equipas da manutenção e da produção devem estar próximas fisicamente, isto é, deve-se trabalhar o *lay-out* da empresa de forma a facilitar esta integração.

Na empresa esta situação não ocorre, bem como em muitas outras, devido ao facto de se tratar de especialidades diferentes e dos responsáveis não estarem sensibilizados para este ponto que é de grande importância, uma vez que prejudica o processo de integração das equipas e faz com que estas trabalhem de uma forma isolada e individualizada. Ao nível da comunicação, leva a uma maior lentidão, e faz com que os processos sejam mais formais e burocráticos.

Em resumo, o director, na medida do possível, deve procurar analisar esta situação, proceder a sua implementação e efectuar constantemente o seu acompanhamento para que ambos os sectores

ou equipas trabalhem de forma integrada, homogénea e participativa em todos os processos do fabrico.

- 2) - Deve-se fazer uma análise crítica, com o intuito de verificar se existe ou não a necessidade de se proceder a uma nova atribuição de tarefas e responsabilidades em relação aos responsáveis pelo planeamento da manutenção e produção.
- 3) - A participação efectiva, de ambos os responsáveis pelo planeamento da manutenção e produção, deve acontecer de forma sincronizada, e sempre com o objectivo de otimizar os processos. Para tal, devem ter sempre em consideração todas as oportunidades possíveis para potenciais melhorias, redução de custos, aumento da higiene e segurança no trabalho, melhoramentos dos problemas ligados à ergonomia, verificação dos indicadores, tentar uniformizar determinados componentes e analisar possíveis sugestões dos trabalhadores de ambos os sectores.
- 4) - No caso de desenvolvimento ou nova aquisição de um determinado equipamento ou instalação, que por norma tem o envolvimento apenas dos engenheiros, os responsáveis pelo planeamento de ambos os sectores devem também participar em todos os estudos técnicos desde o pré-planeamento, planeamento, aquisição, instalação, modificações e desmantelamento.

5.3.5 - Estruturação do Sector da Manutenção

O objectivo da manutenção, como já foi referido, é acima de tudo garantir a disponibilidade dos bens e equipamentos de forma a responder a todas as necessidades da produção, isto é, a manutenção deve manter os bens e equipamentos nas melhores condições de trabalho e obter níveis produtivos elevados. É, assim, fundamental estruturar o sector da manutenção, para que possa cumprir os seus objectivos de uma forma organizada, em manutenção dos espaços exteriores, transportes, higiene e segurança e equipamentos. No que diz respeito aos equipamentos a manutenção deverá ser essencialmente preventiva, preditiva e correctiva.

A manutenção preventiva tem um papel fundamental na prevenção de avarias dos equipamentos, uma vez que através dos planos de inspecção e lubrificação o estado de conservação dos equipamentos melhora significativamente e facilita a identificação de componentes sujeitos a uma degeneração acentuada que, não se traduzindo numa paragem do equipamento, evidencia uma possível avaria, dando tempo para que, de forma preventiva, se providencie a troca do respectivo componente.

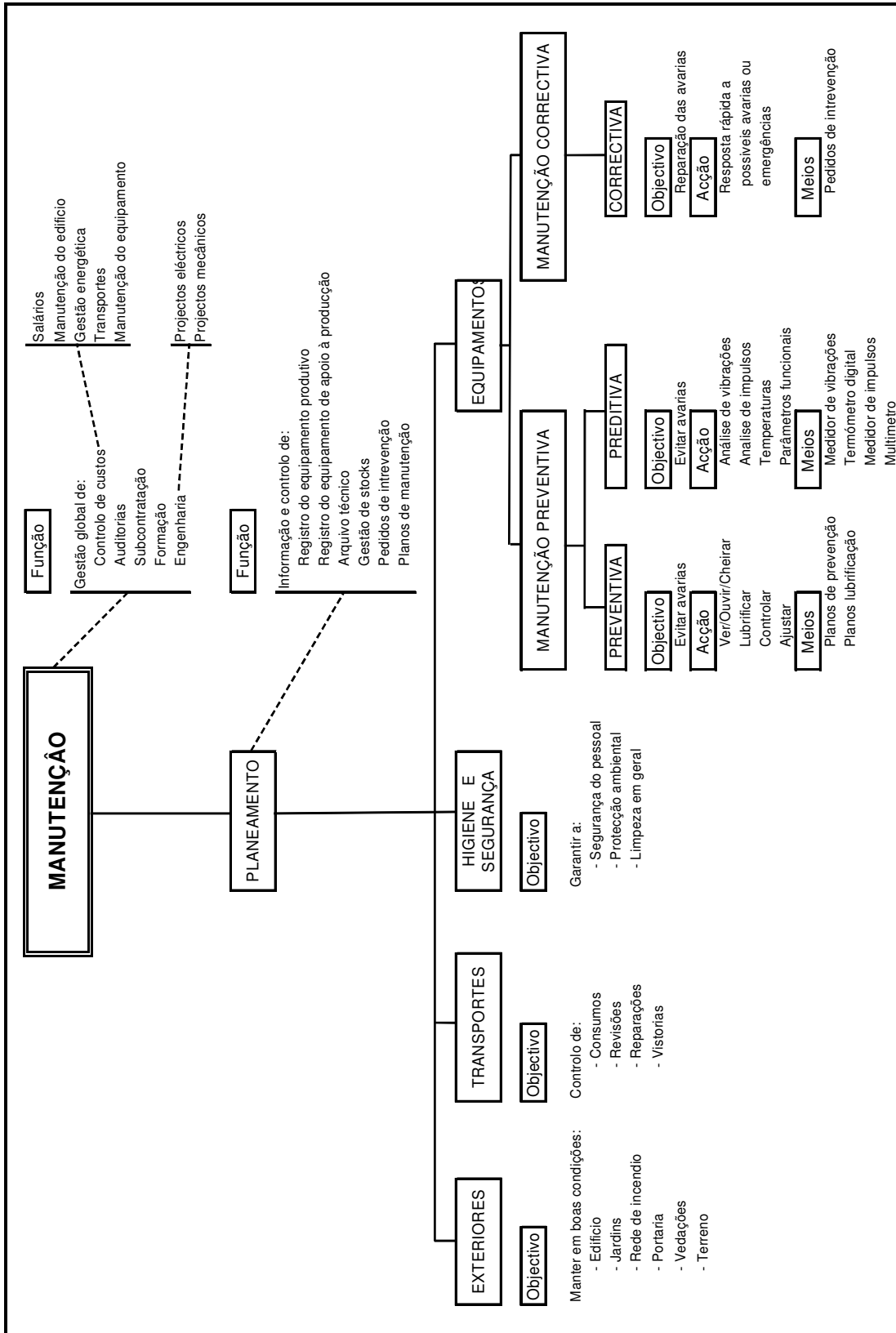


Figura 5.5 – Estrutura proposta para o sector da manutenção.

A manutenção preditiva tem por base as medições e avaliações que devem ser realizadas periodicamente para se obter as condições reais de operação e as exigências do equipamento. Os resultados obtidos nestas medições servem para se proceder a uma avaliação e identificação da data provável em que o equipamento irá avariar, sendo que após esta estimativa da data provável de avaria, uma intervenção planeada deve ser efectuada dentro do período de cerca de um terço da data provável de avaria para se garantir que não haja paragem do equipamento.

A manutenção correctiva deve ser evitada, já que esta exige um grande *stock* de peças de reserva, provoca o descontrolo técnico e financeiro e acarreta perda de produção, mas sim procurar efectuar a manutenção preventiva.

Feita uma análise de todos os factores que determinam e condicionam a estrutura e organização interna da manutenção, é proposta a estrutura para o sector da manutenção, conforme se esquematiza na figura 5.5.

5.3.6 - Interação entre os Sectores

No sector da produção é necessário definir uma politica de actuação conjunta tanto para os procedimentos administrativos como para os procedimentos operacionais. Aqui, a administração e a direcção têm um papel fundamental para se conseguir este objectivo.

Com esta politica de actuação, pretende-se valorizar os trabalhadores, tanto do sector da produção como do sector da manutenção, comprometendo-os em relação ao objectivo comum da empresa e dar cumprimento às metas traçadas em relação à disponibilidade dos equipamentos.

Para se conseguir esta nova política de actuação é importante que a administração e a direcção se juntem para trabalhar neste novo cenário com vista ao entendimento, á importância, á participação e ao próprio comprometimento por partes destes nesta nova política. Acima de tudo os directores devem dar o exemplo às equipas da produção e manutenção.

Para se alcançar esta nova política de actuação, com base numa interacção entre os sectores de produção e manutenção, as propostas são:

- 1)- Criar equipas diversificadas, isto é multi-disciplinares para facilitar o desenvolvimento desta reestruturação.
- 2)- Envolver os directores, responsáveis pelos planeamentos, engenheiros e operadores da produção e da manutenção em todos os trabalhos que visem a alteração dos procedimentos ou divisões das actividades e responsabilidades. Este envolvimento não deve ser entendido como um meio para se discutir problemas relacionados com a própria política da empresa, o que é frequente acontecer.

- 3)- Sensibilizar cada um para contribuir com a sua opinião, conhecimentos técnicos e experiência profissional. Esta sensibilização é importante, uma vez que ao terem-se envolvido na discussão, incute nos trabalhadores um sentido de compromisso para cumprir o que foi definido como tarefas, responsabilidades e objectivos.
- 4)- Avaliar os conhecimentos e grau de escolaridade dos operadores da produção para que, em função das novas exigências que as actividades da manutenção autónoma necessitam no processo de divisão de tarefas e responsabilidades, se possa proceder á elaboração de um plano de requalificação dos trabalhadores.

5.3.7 - Organização das Equipas da Manutenção

A diversidade de equipamentos utilizados na empresa e com diferentes tecnologias faz com que seja de extrema importância que os operadores da manutenção e produção tenham uma qualificação capaz para utilizar e trabalhar com estes equipamentos.

O que se verifica actualmente na empresa é que no caso de avaria de um equipamento da produção a equipa da manutenção é destacada para o local, para atender a situação, e por vezes, quando lá chega não conhece em detalhe o equipamento ou há muito tempo que já não realizava qualquer tipo de manutenção no mesmo.

Em muitos dos casos, a falta ou desactualização de documentação do equipamento, a falta de ferramentas no local, a falta de recursos técnicos e falta de ferramentas especiais dificultam também a actividade do operador da manutenção.

Todos estes aspectos, tanto de qualificação como de recursos técnicos, implicam significativamente e de forma negativa no tempo de actuação por parte da equipa da manutenção.

Um outro factor a considerar é também o facto de quando o operador da manutenção não possui conhecimentos teóricos e práticos adequados, a qualidade da reparação fica comprometida, uma vez que normalmente é utilizado o improvisado e as causas da avaria ficam por descobrir, sendo que o risco de nova avaria está sempre iminente mas de forma oculta.

Com a organização das equipas da manutenção pretende-se desenvolver nos operadores da produção e da manutenção um comprometimento natural no sentido de estarem consecutivamente actualizados com os respectivos equipamentos com que trabalham e perfeitamente actualizados com os problemas relacionados com as paragens da produção. Isto permite uma maior intimidade do operador da manutenção com os equipamentos que estão sob a sua responsabilidade.

Pretende-se também conseguir um maior empenho no sentido do trabalho em equipa e integrar as equipas da manutenção com os operadores da produção, com vista a desenvolver uma relação de parceria e não de conflitos e concorrência.

Por fim, fazer com que os operadores da manutenção se sintam valorizados, uma vez que os resultados das suas tarefas ficam mais transparentes e não diluídos por todo o sector.

Para desenvolvimento de uma estratégia, com vista à organização das equipas da manutenção e face a estas dificuldades, as propostas são:

- 1)- Face à dimensão da empresa e ao número de equipamentos disponíveis, criar três equipas para a manutenção com dois operadores por equipa, para permitir concentrarem-se num grupo menor de equipamentos.
Para uma maior transparência e para evitar dúvidas, deve-se identificar para toda a área da produção, quais os equipamentos da responsabilidade de cada equipa da manutenção.
- 2)- Se possível, devem estas equipas estarem o mais próximo possível dos equipamentos da sua responsabilidade, para que o tempo de reacção a um eventual pedido seja o mais curto possível.
- 3)- Cada equipa deve reunir todos os acontecimentos ocorridos durante a semana, para posteriormente apresentar ao responsável da manutenção para tratamento da informação.
- 4)- Cada equipa deve receber as ordens e metas a atingir do responsável pelo planeamento, as quais devem ser geridas pela própria equipa.
- 5)- Quando possível, deve-se fazer periodicamente uma redistribuição dos equipamentos pelas equipas da manutenção, isto evita que se desenvolvam vícios em determinados equipamentos e permite também a possibilidade de se desenvolver uma contínua e progressiva qualificação nos operadores da manutenção.

5.3.8 - Organização dos Postos de Trabalho

Uma das principais razões para a organização dos postos de trabalho é o tempo de resposta da equipa da manutenção a um pedido de intervenção, e não somente a descoberta e resolução do problema no caso de avaria do equipamento.

O ideal será dispor dos operadores da manutenção sempre próximos dos equipamentos da sua responsabilidade, uma vez que, em caso de necessidade de atendimento a um problema no equipamento da produção, estes não teriam

de percorrer, por vezes, toda a área da oficina ou deslocarem-se de outro ponto qualquer, já que as distâncias são significativas.

Para uma organização dos postos de trabalho, as propostas são as seguintes:

- 1)- Em locais onde existam equipamentos específicos, deve-se considerar a hipótese de colocar um pequeno posto de trabalho auxiliar com as ferramentas, instrumentos e materiais essenciais para um rápido atendimento.
- 2)- Na criação e planeamento destes postos de trabalho auxiliares, é aconselhável que o responsável da manutenção defina com detalhe quais os instrumentos e materiais essenciais a serem envolvidos e quais as ferramentas básicas necessárias, uma vez que cada posto de trabalho auxiliar possui as suas próprias características e está directamente ligado ao tipo de equipamento da produção a ser atendido.
- 3)- Para a criação destes postos de trabalho é também importante que os operadores da manutenção sejam envolvidos, uma vez que a sua experiência prática contribui de forma bastante significativa para este processo.
- 4)- Ter em atenção o facto de, por vezes, os operadores da manutenção desejarem ter neste posto de trabalho auxiliar todas as ferramentas e instrumentos possíveis, fazendo com que seja necessário um volume significativo de armários e sobrecarregando o local, perdendo assim a sua função de posto de trabalho auxiliar e passando a ser uma outra oficina.
- 5)- A equipa da manutenção deve gerir em conjunto com o responsável da manutenção estes postos de trabalho auxiliares, para isso é importante que sejam previstos nestes postos quadros com os indicadores específicos, por exemplo, Indicadores *MTTR*, *MTBF*, disponibilidade, tempo de manutenção preventiva planeada e executada.
- 6)- Devem também fazer parte destes postos de trabalho auxiliares, outros documentos tais como a tabela de qualificação dos operadores da manutenção e a tabela com a divisão de tarefas e de responsabilidades.

5.3.9 – Mais Participação da Manutenção Autónoma

Com uma maior participação da manutenção autónoma espera-se fundamentalmente uma forma de evitar frequentes paragens dos equipamentos, devido a pequenas falhas ou ajustes, e assim aumentar a disponibilidade dos equipamentos e instalações, atendendo a que o resultado final consistirá numa maior produtividade e competitividade.

Um outro objectivo é tentar eliminar ou controlar os pontos que provocam sujidade e melhorar os locais de difícil acesso, continuando contudo com as tarefas de limpeza, e aproveitando também para fazer um registo dos pontos a serem lubrificados e qual o tempo necessário para a sua realização.

Como é sabido, a sujidade influencia a vida útil dos equipamentos e pode provocar avarias ou produzir produtos com qualidade inferior. Na maioria das situações, um ponto de sujidade pode até ser causador de um acidente de trabalho, o que é muito grave.

Ao se efectuar esta actividade está-se a auxiliar as actividades de inspecção e lubrificação por parte da manutenção, uma vez que assegura que o trabalho seja realizado com qualidade e num espaço de tempo mais curto, já que facilita a identificação dos pontos a serem inspecionados ou lubrificados e fornece uma visão do trabalho requerido para o equipamento.

A manutenção autónoma é de grande importância, pois ao se desenvolver as actividades a ela ligadas, limpeza, lubrificação, inspecção e resolução das anomalias, está-se a agir de uma forma preventiva na manutenção dos equipamentos, obtendo-se no final bons resultados.

Outra consequência esperada, é fazer também com que os operadores da produção fiquem com um maior sentido de responsabilidade e comprometimento com o seu equipamento da produção, uma maior valorização como profissional e uma maior amplitude dos seus conhecimentos técnicos.

Para uma manutenção autónoma mais participativa, as propostas são as seguintes:

- 1)- Começar por atribuir aos operadores dos equipamentos da produção simples tarefas, como sejam a limpeza do equipamento no final do dia, a lubrificação periódica em pontos-chave do equipamento e os ajustes se necessários.

Estas simples tarefas são de grande importância, pode-se pensar que a tarefa de limpeza é uma actividade que não traz valor aos profissionais que a realizam, mas é totalmente errado. A limpeza, em manutenção autónoma, é uma actividade de grande importância, uma vez que é nessa altura que estamos próximo do equipamento e temos a possibilidade de efectuar uma boa inspecção, é também nesse momento que se pode verificar diversas anomalias, como por exemplo, fugas, desgastes, falta ou excesso de lubrificação,

desalinhamentos, fontes de sujidade, etc., além de que, limpar deixa o equipamento com melhor aspecto e evita o desgaste prematuro.

- 2)- Sempre que o operador de produção, no decorrer da manutenção autónoma, identifique qualquer anomalia que não seja possível resolver durante esse período, deve identificar e evidenciar no respectivo equipamento e mencioná-la numa folha de registo para posterior tratamento, através de acções correctivas e preventivas previamente estipuladas segundo os critérios do sector da manutenção.
- 3)- No caso em que o operador da produção, no decorrer da manutenção autónoma, elimine, por exemplo, um local de difícil acesso e com isso poder realizar a mesma tarefa com a mesma qualidade, mas num intervalo de tempo mais curto, deve actualizar a tabela de responsabilidades e tempos com auxílio do responsável da manutenção, caso contrário no futuro serão atribuídos recursos e tempos para uma tarefa que já não necessita desses recursos e tempos.
- 4)- Após um período de consolidação por parte dos operadores dos equipamentos destas tarefas, deve-se incrementar as responsabilidades destes mesmos operadores na manutenção autónoma com o intuito de colaborarem para um melhor desempenho e disponibilidade dos equipamentos. Por exemplo, devem tentar minimizar os pontos de lubrificação e o tempo necessário para efectuar essa lubrificação, procurar sistemas electromecânicos para efectuar a lubrificação, tentar ver a possibilidade de reduzir o número de tipos de lubrificantes de forma a diminuir o *stock* e consequentemente reduzir o custo da manutenção e evitar trocas no momento da lubrificação, reduzir as fontes de sujidade e locais de difícil acesso pois dificultam as actividades de inspecção e aumentam o tempo e frequência das actividades de limpeza necessitando de uma maior disponibilidade dos operadores, etc.
- 5)- Evitar que o operador da produção accione a equipa da manutenção para resolver problemas que ele mesmo por experiência e conhecimento técnico pode ser capaz de solucionar, não o fazendo por simples comodidade, falta de iniciativa, desconhecimento ou simplesmente por não fazer parte das suas responsabilidades. Quando isto acontece, o resultado leva a uma ineficiência de todo o processo, uma vez que o operador da manutenção muitas vezes está a resolver problemas mais complexos e precisa de parar a actividade

em que está concentrado para dar apoio a um problema simples que por vezes o operador da produção poderia resolver, resultando assim num desperdício de tempo para o operador da manutenção.

- 6)- Só em casos onde os equipamentos são mais complexos ou têm uma tecnologia avançada é que os operadores de produção devem accionar a equipa da manutenção.
- 7)- Prever no planeamento da produção um determinado tempo para paragem da produção com a finalidade de se realizar as tarefas de manutenção autónoma. Este tempo varia de acordo com os equipamentos, sendo necessário definir para cada equipamento qual o respectivo tempo necessário e suficiente para realização dessas tarefas.

5.3.10 - Divisão das Tarefas por Sectores

Com a divisão das actividades por sectores, pretende-se uma melhor definição das tarefas e responsabilidades na relação entre a produção e manutenção, tendo sempre presente uma maior incidência na manutenção autónoma.

É necessário ter meios para controlar, desenvolver e efectuar estas actividades, assim é fundamental a elaboração de planos de limpeza, planos de lubrificação, planos de inspecção, etc.

O objectivo principal da divisão de actividades é clarificar as responsabilidades de cada equipa ou operadores da produção e manutenção.

As propostas, para esta divisão das tarefas por sectores, são as seguintes:

- 1)- Elaboração de uma tabela a ser efectuada para cada equipamento, onde deverá constar os principais dados técnicos, as tarefas a executar, as devidas responsabilidades por sector e a frequência da sua execução.
Um exemplo de tabela a ser efectuada para cada equipamento é apresentado na figura 5.6.
- 2)- Em caso de avaria de um equipamento da produção, a divisão de tarefas e responsabilidades descritas no quadro devem continuar a prevalecer, tendo no entanto de ser respeitada o limite das capacidades técnicas dos operadores e recursos disponíveis.

FICEP – máquina de corte e furação de perfis				
Marca – FICEP Modelo – 903 DZB Peso – 8500 kg Meios de elevação – Ponte rolante com cabos de aço de factor de segurança 6:1 Mão-de-obra – 2 funcionários Temperatura ambiente de funcionamento – +5°C a +40°C Tensão de alimentação – 400 V ± 10% Nível de ruído funcionamento – 82 dB Pressão de alimentação – > 6 bar				
TAREFAS DE MANUTENÇÃO				
Componente	Tarefa	Sector		Frequência
		Produção	Manutenção	
Geral	Manutenção mecânica preventiva		X	Semestral
	Manutenção eléctrica preventiva		X	Semestral
	Ligar equipamento	X		Diário
	Desligar equipamento	X		Diário
	Preenchimento de formulários	X		Diário
	Controle de paragem do equipamento	X		Diário
			
Grupo entrada	Inspeção visual	X		Semanal
	Ensaio funcionais	X		Mensal
	Lubrificação		X	Mensal
	Regulações e alinhamentos		X	Semestral
	Limpeza e reapertos	X		Diário
	Substituição de vedantes e eixos		X	Semestral
	Reaperto de conexões	X		Mensal
	Conservação das placas de sinalização	X		Mensal
.....				
Unidade operação	Inspeção visual	X		Semanal
	Ensaio funcionais	X		Mensal
	Lubrificação		X	Mensal
	Análise do óleo		X	Semestral
	Verificação da pressão	X		Mensal
	Limpeza/substituição do filtro óleo	X		Mensal
	Verificação do nível de óleo	X		Mensal
	Verificação da existência de vazamentos	X		Semanal
	Limpeza/substituição do filtro de ar	X		Mensal
	Calibração dos manómetros		X	Semestral
	Conservação das placas de sinalização	X		Mensal
	Verificação dos cabos de ligação	X		Mensal
.....				
Grupo saída	Inspeção visual	X		Semanal
	Ensaio funcionais	X		Mensal
	Lubrificação		X	Mensal
	Regulações e alinhamentos		X	Semestral
	Limpeza e reapertos	X		Diário
	Substituição de vedantes e eixos		X	Semestral
	Reaperto de conexões	X		Mensal
	Conservação das placas de sinalização	X		Mensal
.....				

Figura 5.6 – Exemplificação de mapa de divisão de tarefas.

5.3.11 - Criação de Processos de Comunicação

Pretende-se, através dos processos de comunicação, desenvolver uma forma eficaz de transmitir as informações entre os responsáveis e as equipas da produção e da manutenção.

Para criação de um processo de comunicação eficaz, apresentam-se as seguintes propostas:

- 1)- Como as áreas operacionais da empresa, que actuam directa ou indirectamente no processo produtivo, como produção, manutenção, logística e qualidade estão divididas em equipas, deve-se nomear, em cada uma delas, um representante.
- 2)- No final de cada dia deve haver uma reunião, com duração máxima de 10 minutos, onde participe o representante de cada equipa, com os objectivos discriminados no quadro da figura 5.7.

OBJECTIVOS	REPRESENTANTES	TEMPOS
Verificar as paragens dos equipamentos	Director de produção	Diário
Verificar os indicadores	Chefe da produção	Final do dia
Informações relacionadas com os acontecimentos ocorridos no dia	Chefe da manutenção	Duração de 10 min
	Responsáveis dos planeamentos da produção e da manutenção	
	Representantes das equipas	

Figura 5.7 – Quadro de objectivos para as reuniões diárias.

- 3)- No caso de paragem dum equipamento da produção, devido a uma avaria, deve-se estabelecer um processo de comunicação para transmitir a ocorrência de forma eficaz, para assim o atendimento ser o mais rápido possível para solucionar o problema e para um rápido restabelecimento da normalidade.

Na figura 5.8 define-se, através de várias etapas, um processo de comunicação e quais os profissionais a serem envolvidos no caso de paragem de um equipamento da produção devido a avaria.

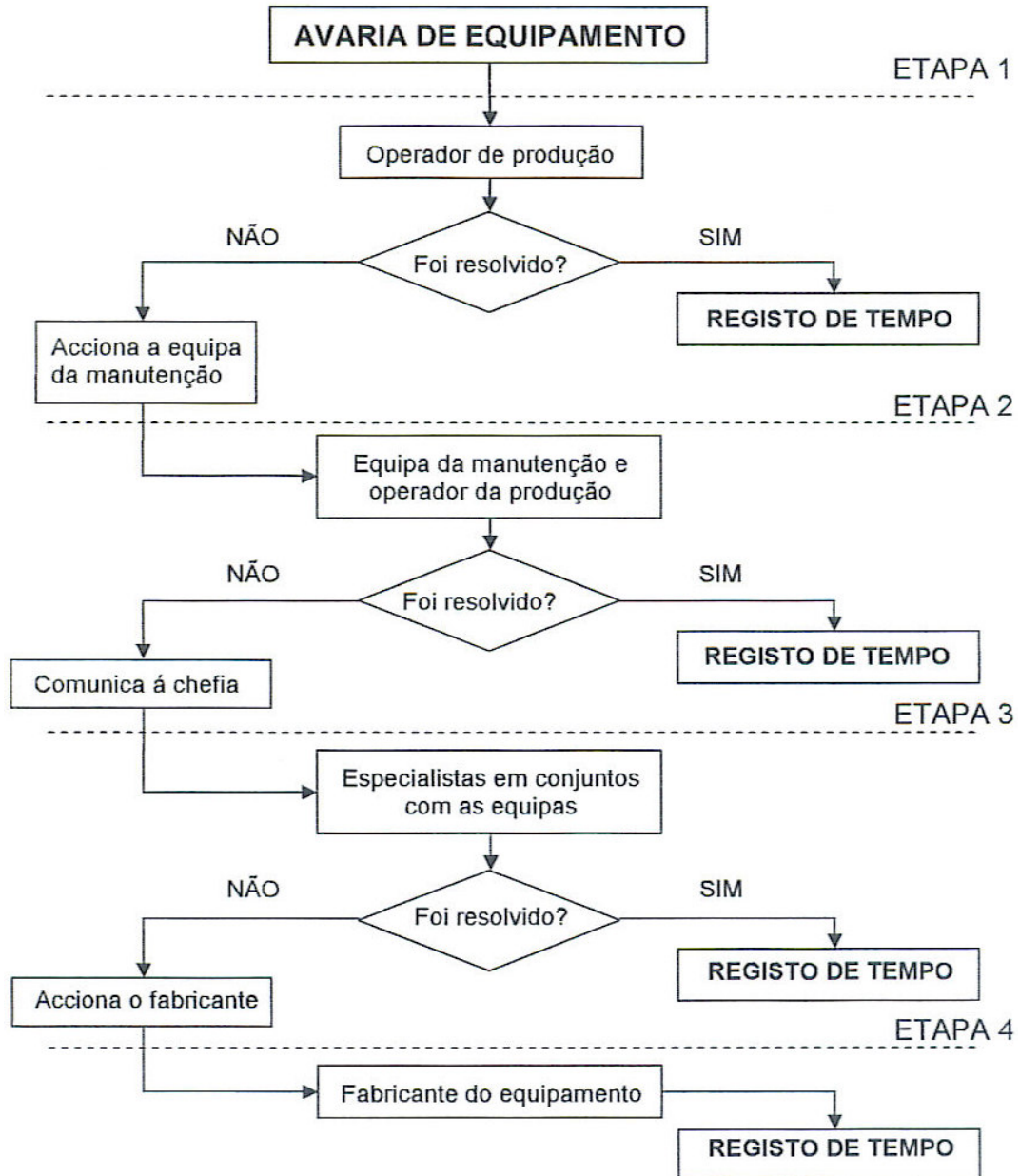


Figura 5.8 – Etapas a seguir e seus intervenientes no caso de avaria de um equipamento.

Etapa 1: O operador da produção deve tentar resolver o problema de forma autónoma, de modo a que, se ao fim de 5 minutos a solução não for encontrada, deverá accionar a equipa da manutenção através do processo de comunicação previsto. Se o problema for resolvido, o operador da produção deverá registar o tempo de paragem do equipamento.

Etapa 2: A equipa da manutenção em conjunto com o operador da produção verifica o ocorrido e tenta solucionar o problema e, se ao fim de 15 minutos a solução do problema não for encontrada, o operador da manutenção, através do processo de comunicação previsto, deve comunicar ao responsável da manutenção que por sua vez decide se deverá ou não participar e recorrer a um especialista.
Poderão ocorrer situações onde o tempo nesta etapa possa ser superior, como é o caso das avarias onde a solução é conhecida e nada impede de ser executada pelo operador da manutenção, no entanto para tal é necessário mais do que os 15 minutos previstos.
Se o problema for resolvido, o operador da produção deverá registar o tempo de paragem do equipamento.

Etapa 3: O responsável da manutenção, o especialista e as equipas tentarão resolver a situação. Caso também não consigam, em conjunto devem decidir o melhor recurso para esta situação, se recorrer ao fabricante ou a um outro especialista.
Se o problema for resolvido, o operador da produção deverá registar o tempo de paragem do equipamento.

Etapa 4: Após falha de todas as etapas anteriores, recorre-se ao fabricante ou a um especialista externo, sendo que no final o operador da produção deverá registar o tempo de paragem do equipamento.

4)- Na eventual necessidade de uma assistência técnica do fabricante, tanto para intervenção, como para solicitação de peças de substituição, deve o responsável da manutenção, possuir toda a informação disponível do equipamento, isto é, informação da placa colocada na máquina ou indicada no respectivo manual, bem como para o caso específico de pedido de peças de substituição, especificar o número de desenho, caso exista no manual e respectiva referência da peça.

O responsável da manutenção, deve ainda identificar a parte onde foi verificada a avaria, fornecendo todas as indicações circunstanciais para que o fabricante possa analisar se a paragem da máquina depende de causas simples e elimináveis mediante assistência telefónica, evitando a deslocação e intervenção de um técnico qualificado do fabricante da máquina ou do fabricante do componente defeituoso.

5.3.12 – Uniformização dos Tempos de Paragens

Torna-se necessário definir um conjunto de regras para uniformização dos métodos e tempos nas paragens da produção, uma vez que, o que se verifica na empresa é que tanto o sector da produção como o sector da manutenção não possuem conceitos nem metodologias definidas, o que faz com que surjam motivos para conflitos, discussões e dúvidas sobre os tempos reais de paragem dos equipamentos, uma vez que se torna difícil retratar o que se passou na realidade.

Posto isto, e devido a esta diferença de valores apurados, sucede que, por vezes, se coloque em dúvida a eficiência do sector da manutenção, mesmo quando a produção cumpre a sua meta.

Para evitar tais situações, e com o objectivo de uniformizar a recolha de tempos e a avaliação das paragens dos equipamentos, as propostas são as seguintes:

- 1)- Em todas as paragens dos equipamentos deverão ser feitos os registos das ocorrências e os motivos das paragens entre outras anotações, independentemente se a produção atingiu ou não a sua meta diária.

Os dados observados nas ocorrências são de máxima importância para os estudos de engenharia de manutenção, formação da base de dados do equipamento e para uma clara identificação de responsabilidades.

Estes dados devem ter em conta os seguintes aspectos:

- Localização da ocorrência.
- Sintoma ou efeito da avaria.
- Modalidade da intervenção.
- Responsabilidade técnica.
- Causa provável da ocorrência.
- Mão-de-obra envolvida.
- Data e hora da paragem.
- Materiais e ferramentas necessários.
- Tabela e padrão de execução.

- 2)- Dever-se-á diferenciar de forma clara uma paragem do equipamento da produção por motivo de avaria, evitando uma dupla contabilização do tempo.
- 3)- Dever-se-á elaborar um sistema de gráficos uniformizados, com a finalidade de se obter os resultados estatísticos para os vários equipamentos, onde deverão constar indicadores como o *MTTR*, o *MTBF* e a disponibilidade dos equipamentos.

As informações nestes gráficos devem ser as mínimas possíveis, contudo de maior importância, para não saturar o próprio gráfico e ser de fácil interpretação.

- 4)- Dever-se-á guardar num histórico todas as informações das paragens dos equipamentos registadas, uma vez que, para uma posterior aquisição de novos equipamentos, esta informação torna-se muito importante.

5.3.13 - Elaboração de Tabelas de Registos

Para o controlo de todos os registos e informações provenientes de todas as acções diárias da manutenção e produção, é necessária a elaboração de uma tabela de registos e em paralelo um sistema informático onde se poderá obter com rapidez e facilidade diversos tipos de gráficos e respectivos relatórios, para uma análise posterior.

O objectivo principal é tornar a análise dos registos mais simples, reduzir o tempo de circulação de documentação e uniformizar o método de registo tanto para as equipas como para todos os envolvidos.

Para a elaboração de tabelas de registos, apresentam-se as seguintes propostas:

- 1)- Elaboração de uma tabela de registos, que deverá conter os indicadores e todas as informações necessárias, de forma otimizada, para que seja de fácil interpretação e de rápido preenchimento, evitando assim o mais possível falhas no seu preenchimento.
- 2)- A tabela de registos deverá ser elaborada em conjunto para a manutenção e para a produção de forma a evitar duplicações de informação e para que ambos os sectores tenham o mesmo tipo de linguagem, evitando falhas na contabilização de valores e falhas de interpretação nos registos.
- 3)- A tabela para os operadores da produção, que desempenham actividades de manutenção autónoma, deverá controlar somente a quantidade e o tempo de paragens, ou seja, apenas o índice de disponibilidade.

5.3.14 - Criação de Indicadores de Desempenho

É fundamental que as equipas da manutenção tenham os seus indicadores de desempenho específicos, para permitir a cada equipa realizar a sua gestão de desempenho separadamente.

Uma outra vantagem, consistirá em que, tanto a direcção, como a própria equipa, poderem identificar facilmente os pontos com potencial de melhoria, identificar quais os equipamentos que estão a influenciar na disponibilidade e assim avaliar, planear e tomar medidas correctivas para melhorar todo o processo.

Para a introdução de indicadores de desempenho, as propostas são:

- 1)- Introduzir somente o número de indicadores necessários e suficientes para uma boa interpretação dos resultados, pois um excesso de indicadores torna difícil a sua gestão e compreensão.
- 2)- Os indicadores deverão ser a disponibilidade do equipamento, o custo de manutenção, o *MTTR* e o *MTBF*.

5.3.15 - Elaboração do Processo de Qualificação

Com a elaboração de um processo de qualificação, o objectivo principal é ganhar competitividade através de uma maior produtividade tanto na produção como na manutenção.

Na produção a produtividade pode ser aumentada através de um melhor funcionamento das instalações e equipamentos, uma vez que se reduzem de forma significativa as paragens da produção devido a uma actuação por parte dos operadores da produção em pequenas tarefas da manutenção e através dos tempos de reacção minimizados, uma vez que não é necessário aguardar pela equipa da manutenção para estabelecer o normal funcionamento de um determinado equipamento.

Na manutenção a produtividade pode ser aumentada uma vez que a equipa de manutenção deixa de se preocupar com os problemas mais simples, cujo próprio operador da produção se encarrega de resolver, e concentra-se mais nos problemas de maior complexidade e que requerem mais tempo e mais conhecimento.

Para que isto seja possível, é necessário desenvolver um programa de qualificação e actualização dos operadores da produção e manutenção de acordo com as seguintes propostas:

- 1)- Após definidas as equipas da manutenção e as novas tarefas dos operadores da produção em relação à manutenção autónoma deve-se identificar quais as verdadeiras necessidades de qualificação para cada um.
- 2)- A qualificação deve dotar os operadores da produção de conhecimentos básicos adicionais, com a finalidade de permitir a execução de tarefas da manutenção mais elaboradas e não somente

as que se encontram descritas e discriminadas nos manuais dos equipamentos.

- 3)- Na elaboração do plano de qualificação dos operadores, tanto da produção como da manutenção, deve ter-se em atenção não só às necessidades de qualificação que a função dos operadores exige, mas também às necessidades do desenvolvimento das suas actividades em relação aos equipamentos que estão sob a sua responsabilidade.

A proposta para adopção de uma metodologia para o planeamento da qualificação dos operadores, tanto da manutenção como da produção, é a que se descreve na figura 5.9.

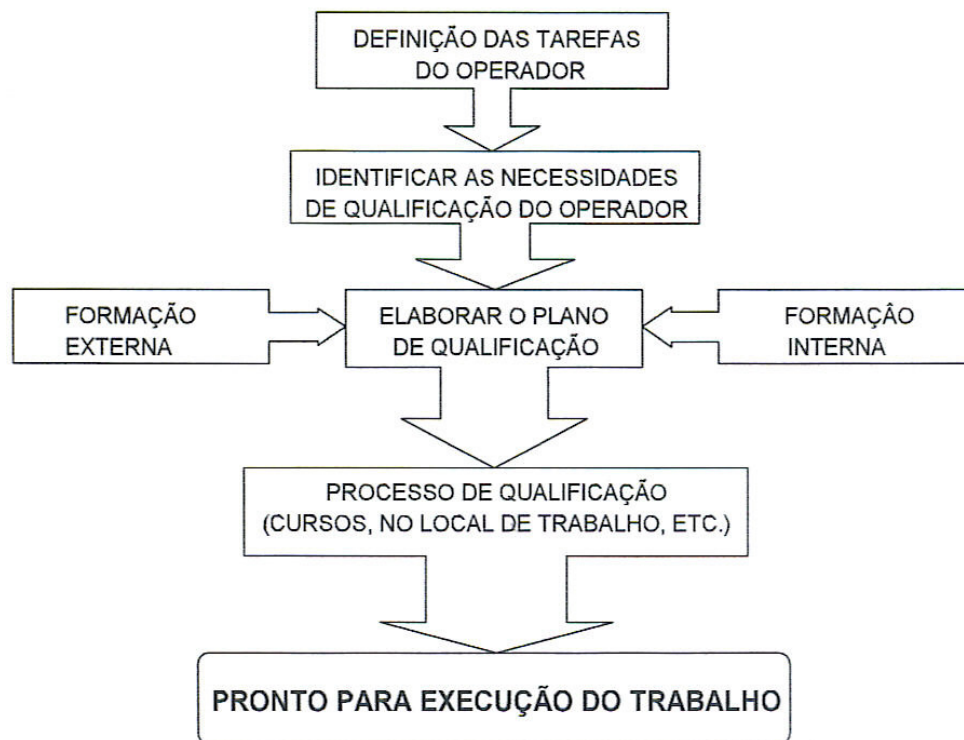


Figura 5.9 – Planeamento para a qualificação dos operadores.

- 4)- A qualificação dos operadores deverá também ter em atenção a necessidade de adquirirem noções básicas sobre produção, qualidade e manutenção, para que conheçam o significado de termos técnicos como *stock*, disponibilidade, tempo de ciclo de produção, e importância da ergonomia, entre outros.

5.3.16 - Envolvimento dos Gestores e Profissionais

O envolvimento de todos é fundamental para a implementação e apoio desta mudança, desde os gestores, engenheiros, técnicos, responsáveis de planeamento e operadores.

Contudo é importante que não se confunda as melhorias de todo o processo produtivo, com as melhorias, por exemplo salariais ou outras, que são de extrema importância e que podem implicar com a motivação dos operários.

Em todos os pontos anteriores, verifica-se que uma actividade está quase sempre relacionada com outra, daí que, se não houver uma visão geral de todo o processo por parte dos responsáveis, poderão surgir problemas na sua implementação.

Tendo como principal preocupação o trabalho em equipa e com equipas multifuncionais, as propostas para o envolvimento de todos os profissionais são as seguintes:

- 1)- Desenvolver um modelo de forma organizada, com objectivos e cronogramas bem definidos.
- 2)- Designar quais os profissionais que serão os responsáveis pela supervisão e acompanhamento de todo o processo.
- 3)- Os responsáveis devem, na medida do possível, envolver os operadores da produção e da manutenção no desenvolvimento do modelo, uma vez que estes vivem no dia-a-dia as actividades da produção e manutenção, conhecendo bem a realidade e tendo uma percepção dos problemas, por vezes mais detalhado do que os próprios responsáveis, fazendo com que o modelo tenha maiores e melhores probabilidades de sucesso.
- 4)- Verificar a necessidade de efectuar reuniões diárias, semanais ou mensais com todos os responsáveis para delinear o trajecto a seguir.
- 5)- Procurar efectuar as reuniões entre os responsáveis, envolvendo também os operadores da produção e da manutenção, para que entre todos se procurem quais os pontos fortes e fracos de todos os processos que envolvem a produção e influenciam a manutenção e vice-versa.
- 6)- Todos os pontos abordados nas reuniões pelos operadores, devem ser analisados e serem ou não considerados relevantes pelos responsáveis, verificando se implicam uma alteração na estratégia ou se são meramente pontuais.

- 7)- Criar um sistema onde todos os operadores possam contribuir com as suas ideias e sugestões para uma melhoria continua. Muitas vezes são os operadores que têm as melhores sugestões, por exemplo, de como melhorar a ergonomia, de ferramentas mais simples e económicas, ideias para modificação ou alteração de um pequeno aspecto na concepção de um equipamento, entre outros, mas que fazem a diferença no aumento da segurança e melhoria do rendimento de trabalho. Além de participarem com as suas ideias, desenvolve-se um ambiente de trabalho que torna possível a motivação dos operadores e o seu comprometimento.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 - Resultados Esperados

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

Com o reforço da manutenção autónoma é esperado que a produção execute as tarefas básicas da manutenção e consiga identificar precocemente indícios de anomalias nos equipamentos durante o decorrer da produção efectuando os procedimentos para a sua correcção, aumentando assim a fiabilidade dos equipamentos da produção.

É esperado também uma maior capacidade, não só da equipa da manutenção, como também das equipas da produção para que em conjunto e de forma transparente resolvam os problemas relacionados com as falhas e desempenho dos equipamentos.

Após a implementação destas propostas, através dos resultados dos indicadores de desempenho, do conhecimento dos dados dos equipamentos, da análise das falhas, do desenvolvimento da metodologia da manutenção e dos próprios padrões da manutenção, espera-se que a empresa fique dotada de capacidade para oferecer aos clientes serviços com qualidade, com baixo custo e cumprimento de prazos.

Com a correcta implementação destas propostas, o objectivo é também ajudar na reestruturação da cultura da empresa, através de um aperfeiçoamento dos equipamentos e dos colaboradores da empresa, e assim abrir caminho para continuar com novas metodologias para a restante reestruturação.

Ao implementar estas propostas, e ao envolver os responsáveis do planeamento da produção e manutenção, esperam-se melhorias significativas tanto nos processos técnicos como nos processos administrativos.

Após um período de aplicação e consolidação destas propostas são também esperados os seguintes resultados:

- Melhoria em todo o processo de comunicação, tornando-o mais simples e fazendo com que as decisões e prioridades ocorram com maior rapidez, devido á motivação e autonomia dos envolvidos para tomarem decisões.
- Solidificação da relação entre operadores de manutenção e produção.
- Maior participação dos operadores de produção no que se refere à apresentação de sugestões, para melhoria dos equipamentos, à equipa de manutenção.
- Maior responsabilidade, por parte dos operadores de produção, em manter os postos de trabalho nas melhores condições, em virtude das actividades de manutenção autónoma e da divisão de tarefas e responsabilidades entre a manutenção e a produção.
- Redução do tempo de resposta, no caso de uma avaria, e consequentemente aumento da disponibilidade, em virtude de se colocar pequenos postos de trabalho junto dos equipamentos mais específicos.
- Aumento da motivação de todos os operários envolvidos, e consequentemente, aumento da procura do sucesso pessoal e da equipa, aumento da valorização profissional e redução dos conflitos.

Finalmente, é esperado também uma participação da direcção não só no inicio mas em todo o decorrer do processo, participando, monitorizando, orientando e, fundamentalmente, dando apoio, confiança e motivação para enfrentar os desafios que, naturalmente e com toda a certeza, irão surgir.

As boas práticas de manutenção só serão alcançadas se houver um investimento nos recursos humanos da organização, de forma a qualificar e manter actualizados os recursos humanos envolvidos com as novas tecnologias e respectivos processos.

6.2 - Recomendações para Trabalhos Futuros

Sugere-se a aplicação das propostas apresentadas, para comprovar os resultados esperados bem como a sua eficiência, uma vez que, devido à indisponibilidade de tempo, não foi ainda possível a aplicação deste trabalho na empresa.

Todas estas propostas aqui apresentadas deverão ser verificadas na prática, e desenvolvidas de forma a obter-se um conjunto de propostas perfeitamente aplicáveis e testadas em empresas de metalomecânica ou outras.

Sugerem-se igualmente as seguintes linhas orientadoras para trabalhos futuros:

- Estudo e elaboração de um modelo de manutenção que integre não só a produção e a manutenção, mas também o sector da qualidade.
- Elaboração de um sistema para apoio ao diagnóstico e localização de avarias nos equipamentos.
- Elaboração de um programa informático que, acompanhado com a criação de um arquivo com todo o histórico dos equipamentos e seus respectivos índices, através da carga de produção e das necessidades de equipamentos, forneça a indicação de quais os equipamentos a interencionar e quando deve ser realizada essa intervenção. Baseado neste programa, deve ser também desenvolvida uma estratégia para um modelo *TPM*, com a finalidade de deslocar a manutenção preventiva para o lado dos operadores da produção.
- Elaboração de um método de cálculo para os principais indicadores e níveis de prioridade dos equipamentos, para que, com base nesses parâmetros, seja mais simples a decisão por uma política de manutenção preventiva, melhorativa ou correctiva.
- Elaboração de um método de cálculo para estimar o tempo necessário para uma determinada intervenção, os meios humanos necessários e respectivos recursos, com a finalidade de se otimizar os custos directos e indirectos.

BIBLIOGRAFIA

1. Patrick Lyonnet, "Maintenance Planning. Methods and Mathematics". Chapman & Hall, Londres, 1991.
2. John Moubray, "RCM - Reliability-centered Maintenance". Industrial Press, New York, 1997.
3. Carlos Cabrita, Carlos Silva, "Organização e Gestão da Manutenção Industrial". Edição dos Autores, Universidade da Beira Interior, 2002.
4. Carlos Cabrita, "Organização e Gestão da Manutenção em Unidades de Manutenção de Material Circulante Motor Ferroviário para Tracção Eléctrica Monofásica". Edição do Autor, Universidade da Beira Interior, 2003.
5. Carlos Cabrita, Carlos Silva, "Organização e Gestão da Manutenção Industrial. Aplicação Prática a uma Unidade Fabril de Grande Dimensão". Edição dos Autores, Universidade da Beira Interior, 2003.
6. Carlos Cabrita, "Manutenção Produtiva Total. Teoria, Métodos, Indicadores de Desempenho". Edição do Autor, Universidade da Beira Interior, 2003.
7. Joe Levitt, "Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance". Industrial Press, New York, 2003.
8. Wallace Bluschke, Prabhakar Murthy, "Case Studies in Reliability and Maintenance". John Wiley and Sons, Chichester, Reino Unido, 2003.
9. Terry Wireman, "Total Productive Maintenance". Industrial Press, New York, 2004.
10. Rui Assis, "Apoio à Decisão em Gestão da Manutenção. Fiabilidade e Manutenibilidade". Lidei, Lisboa, 2004.
11. Carlos Cabrita, Carlos Fernandes, "Manutenção Centrada na Fiabilidade em Accionamentos Eléctricos com Motores de Indução Trifásicos. Teoria, Métodos, Exemplos Práticos, Exercícios". Edição dos Autores, Universidade da Beira Interior, 2005.
12. Stephen Thomas, "Improving Maintenance & Reliability Through Cultural Change". Industrial Press, New York, 2005.

13. Terry Wireman, "Developing Performance Indicators for Managing Maintenance". Industrial Press, New York, 2005.
14. V. Narayan, "Effective Maintenance Management". Industrial Press, New York, 2005.
15. Carlos Cabrita, "Manutenção Industrial. Novas Filosofias e Práticas". Edição do Autor, Universidade da Beira Interior, 2006.
16. João Lisboa, Carlos Gomes, "Gestão de Operações". Vida Económica, Porto, 2006.
17. Revista internacional "Quality and Reliability Engineering International". John Wiley and Sons, Chichester, Reino Unido.
18. Revista internacional "Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão". ISCTE/INDEG, Lisboa, e Fundação Getúlio Vargas, Brasil.
19. Revista "Manutenção". Associação Portuguesa de Manutenção Industrial, Lisboa.