



INSTITUTO SUPERIOR DE GESTÃO

MESTRADO DE GESTÃO

**Gestão da Manutenção na Competitividade das PME
do Sector Industrial Transformador Português**

Mário João Maia de Sampaio e Castro

Dissertação apresentada no ISG para obtenção do
Grau de Mestre em Gestão

Orientadora: Professora Doutora Sacramento Costa
Co-Orientador: Engenheiro Carlos Paz

**LISBOA
2013**

Resumo

Para se ser mais competitivo na indústria é preciso ter em consideração a Qualidade do Produto, a Produtividade, a Satisfação do Cliente e o Custo de Produção.

Só uma Gestão da Manutenção eficiente e eficaz permitirá à empresa dispor da sua instalação produtiva com maior disponibilidade operacional, maiores ritmos de produção, minimizando-se ainda as rejeições de produtos, os consumos energéticos e o impacte ambiental. Como consequência, haverá uma maior garantia no cumprimento de prazos e da qualidade do produto, conduzindo à satisfação do cliente e à sua Fidelização, o que constituirá uma inquestionável vantagem competitiva. Neste trabalho, orientado para as PME do Sector Industrial de Transformação Português, pretendeu-se identificar, através de um estudo com recurso a um questionário e respectiva análise das respostas, como é efectuada a integração dos diferentes tipos de Manutenção no seu Sistema de Gestão da Manutenção, nomeadamente através da utilização de um Sistema de Gestão com apoio informático, da aplicação das tecnologias de termografia e vibrometria e da formação dos técnicos. Os resultados obtidos indicam que apenas 40% das empresas possuem *software* para Gestão da Manutenção, não possuem equipamento próprio de termografia e vibrometria, e que 55% faz formação específica em Manutenção.

Palavras-chave: Gestão, Manutenção, Disponibilidade Operacional, Competitividade, Fidelização.

Abstract

To be more competitive in the industry it is necessary to take account of Product Quality, Productivity, Customer Satisfaction and Cost of Production.

An efficient management and effective maintenance will allow the company to have its production facility with greater operational availability, higher production rates, and still minimizing the rejections of products, energy consumption and the environmental impact. As a result, a greater assurance in meeting deadlines and product quality, leading to the customer satisfaction and their loyalty which will be an unquestionable competitive advantage. In this work, directed to the Portuguese SMEs of the Industrial Transformation Sector, it is intended to identify, through a survey by a questionnaire and analysis of the responses, as is done the integration of the different types of maintenance on their management system, including the use of a computer support management system, the application of thermography and vibrometry and the technical training of the maintenance technicians. The results indicate that only 40 % of companies have software for maintenance management, do not exists equipment of vibrometry and thermography, and that 55 % make specific training in maintenance.

Keywords: Management, Maintenance, Operational Availability, Competitiveness, Loyalty.

Agradecimentos

À Professora Doutora Sacramento Costa e ao Engenheiro Carlos Paz pela sua grande disponibilidade e suporte orientador que se revelou fundamental para a elaboração deste trabalho.

Ao Instituto Nacional de Estatística que, através do seu Departamento de Estatísticas Económicas, disponibilizou a informação para a realização do estudo estatístico necessário.

Ao Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e à Inovação (IAPMEI), na pessoa da Técnica Maria João Rebelo, pelo apoio que prestou na disponibilização das informações relativas às PME Líder.

Muito Obrigado

Dedicatória

Às minhas filhas Marta Sofia e Sandra Cristina e ao meu neto Diogo Miguel, a quem muito amo, pelo exemplo e manifesto carinho com que sempre me presentearam.

Simbologia e Abreviaturas

AFNOR – Association Française de Normalisation

APQC – American Productivity and Quality Centre

CAE, Rev. 3. – Classificação Portuguesa de Actividades Económicas, Revisão 3

DO_{MT} - Disponibilidade Operacional na óptica da Manutenção

DO_{PR} – Disponibilidade Operacional na óptica da Produção

ERP – Enterprise Resource Planning

INE – Instituto Nacional de Estatística

IPQ – Instituto Português da Qualidade

IR – Infravermelhos

ISG – Instituto Superior de Gestão

ISO – International Organization for Standardization

JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance

MTBF – Mean Time Between Failures

MTTR – Mean Time to Repair

NUTS III – Unidades Territoriais para Fins Estatísticos de Nível III

OT – Ordem de Trabalho

PME – Pequenas e Médias Empresas

PMO – Preventive Maintenance Optimization

PMP – Planeamento de Manutenção Preventiva

RCM – Reliability Centred Maintenance

SE – Spike Energy

STP – Sistema Toyota de Produção

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

TPM – Total Productive Maintenance

VVN – Valor do Volume de Negócios

Índice geral

Capítulo		Pág.
	Introdução	01
1	Revisão da Literatura	02
1.1	Breve Resumo Histórico da Manutenção	02
1.2	Principais Definições da Manutenção	07
1.2.1	Manutenção	07
1.2.2	Tipos de Manutenção	09
1.2.3	Níveis de Manutenção	14
1.2.4	Conceitos Básicos Necessários à Gestão da Manutenção	16
1.2.4.1	Conceitos Básicos	16
1.2.4.2	Indicadores de Gestão da Manutenção	19
1.3	Sistema de Gestão da Manutenção com Apoio Informático	24
1.3.1	Sistemas de Informação (SI)	24
1.3.1.1	Conceitos Base dos Sistemas de Informação	25
1.3.1.2	A Informação no Contexto das Organizações	26
1.3.1.3	O Valor da Informação	27
1.3.1.4	Arquitectura de um Sistema de Informação	27
1.3.1.5	Implantação de um Sistema de Informação (SI)	29
1.3.1.6	A Tomada de Decisão	31
1.3.2	O Sistema de Informação da Gestão da Manutenção	32
1.4	Manutenção Condicionada	35
1.4.1	Vibrações Mecânicas e Termografia	37
1.4.1.1	Vibrações Mecânicas	38
1.4.1.2	Termografia	41
2	Gestão da Manutenção e Competitividade	46
2.1	Gestão Global	46
2.2	Políticas de Manutenção – Uma Metodologia	48
2.3	Manutenção e Competitividade	52
3	Estudo Empírico	57
3.1	Delimitação do Estudo	57
3.2	Objectivos do Estudo	59
3.3	Hipóteses	60
3.4	Metodologia do Estudo	61

3.4.1	Obtenção da Informação Primária	61
3.4.2	Universo do Estudo - Caracterização	61
3.4.3	Amostra - Caracterização	64
3.4.4	Trabalho de Campo	65
4	Resultados	68
5	Discussão de Resultados e confronto com as Hipóteses	80
	Conclusão	84
	Referências Bibliográficas	88
	Anexos	91

Índice de Figuras, Gráficos e Quadros

Índice de Figuras

Figura	Título	Pág.
	Evolução dos Objectivos das Políticas de Manutenção. Fonte:	
1	Quintas (1988).	07
2	Representação do ciclo de Vida de um Bem. Fonte: Brito (2003).	09
	Tipos de Manutenção. Fonte: Norma NP EN 13306 de 2007,	
3	adaptada.	10
	Níveis de Intervenção de Manutenção. Fonte: Norma AFNOR	
4	FDX60-000 de 2002.	15
	Representação da Evolução da Taxa de Avarias “Curva da	
5	Banheira”. Fonte: Assis (2010), adaptada.	16
6	Relação entre as Disponibilidades. Fonte: Elaboração própria.	19
7	Aproximação ao Benchmark. Fonte: Elaboração própria.	23
	Quatro componentes Básicos de um Sistema de Informação. Fonte:	
8	Rascão (2004), adaptado.	25
	Classificação da Informação segundo a sua finalidade: Fonte:	
9	Moresi (2000), adaptado.	26
10	Funcionamento de um SI. Fonte: Elaboração própria.	28
11	Enquadramento Organizacional do SI. Fonte: Serrão (2006).	29
12	Enquadramento da Tomada de Decisão. Fonte: Elaboração própria.	32
	Fluxograma possível da Gestão da Manutenção com Apoio	
13	Informático. Fonte: Elaboração própria.	34

14	O “iceberg” da Avaria. Fonte: Cabral (2006), adaptado.	35
15	Exemplo de vários espectros em cascata de vibração de uma bomba. Fonte: Elaboração própria.	38
16	Acompanhamento de Condição por Vibrometria. Fonte: Craveiro <i>et al.</i> (1994), adaptada.	39
17	Etapas do processamento da Análise de Vibrações. Fonte: Hewlett Packard (1994).	40
18	Exemplificação do comportamento da trajectória da energia desde o objecto até ao sensor IR. Fonte: Afonso (2008)	42
19	Método de Inspeção de Termografia. Fonte: Flir Systems (2004), adaptado.	43
20	Termogramas de Inspeção de Termografia ao Barramento de um Posto de Transformação. Fonte: Elaboração própria.	45
21	Fluxograma da Gestão Global da Empresa. Fonte: Elaboração própria.	47
22	Metodologia de Implantação da Manutenção Condicionada. Fonte: Elaboração própria.	52
23	Importância da Gestão da Manutenção Industrial. Fonte: Elaboração própria.	54

Índice de Gráficos

Gráfico	Título	Pág.
1	Análise de Tendência. Fonte: Elaboração própria.	11
2	Representação Gráfica Custos vs Grau de aplicação da Manutenção Preventiva. Fonte: Marconi <i>et al.</i> (2003), adaptado.	13
3	Representação Gráfica da Variação do Lucro com a Disponibilidade. Fonte: Marconi <i>et al.</i> (2003), adaptado.	13
4	Distribuição do VVN das PME do Sector Industrial de Transformação nas Regiões NUTS III escolhidas. Fonte INE (2011), adaptado.	63
5	Distribuição percentual das empresas por Regiões NUTS III. Fonte: Elaboração própria.	67
6	Distribuição percentual das empresas pelos Sectores Industriais. Fonte: Elaboração própria.	67

7	Distribuição percentual das empresas que dispõem de Sistema informático na Manutenção. Fonte: Elaboração própria.	69
8	Distribuição percentual das empresas que dispõem de software específico para gestão da Manutenção. Fonte: Elaboração própria.	70
9	Distribuição percentual do nível de formação escolar do Responsável do Serviço de Manutenção. Fonte: Elaboração própria.	71
10	Distribuição percentual do nível de formação escolar dos Técnicos de Manutenção. Fonte: Elaboração própria.	71
11	Distribuição percentual da formação dos Responsáveis do Serviço de Manutenção em Vibrometria. Fonte: Elaboração própria.	72
12	Distribuição percentual dos Responsáveis do Serviço de Manutenção com formação em Manutenção Condicionada – Termografia. Fonte: Elaboração própria.	72
13	Distribuição percentual dos Técnicos de Manutenção com formação em Manutenção Condicionada – Vibrometria. Fonte: Elaboração própria.	73
14	Distribuição percentual dos Técnicos de Manutenção com formação em Manutenção Condicionada – Termografia. Fonte: Elaboração própria.	73
15	Distribuição percentual das empresas que fazem Manutenção Preventiva. Fonte: Elaboração própria.	74
16	Distribuição percentual das empresas que fazem Manutenção Condicionada. Fonte: Elaboração própria.	74
17	Distribuição percentual da Manutenção Preventiva Própria e Subcontratada. Fonte: Elaboração própria.	75
18	Distribuição percentual da Manutenção Condicionada Própria e Subcontratada. Fonte: Elaboração própria.	76
19	Distribuição percentual da Manutenção Correctiva Própria e Subcontratada. Fonte: Elaboração própria.	76
20	Distribuição percentual dos valores da Facturação Bruta das empresas. Fonte: Elaboração própria.	77
21	Distribuição percentual da Formação pelas empresas. Fonte: Elaboração própria.	78
22	Distribuição Primeira Prioridade das acções para melhorar o Desempenho da Manutenção. Fonte: Elaboração própria.	79

Índice de Quadros

Quadro	Título	Pág.
1	Emissividades típicas de alguns materiais. Fonte: Flir Systems (2004), adaptado.	44
2	Custo médio da Manutenção (%) na Facturação Bruta. Fonte: Pinto (2001), adaptado.	56
3	Peso (%) da Subcontratação no Custo Total da Manutenção. Fonte: Pinto (2001), adaptado.	57
4	Distribuição das PME, Classificação CAE 3 pelas Regiões NUTS III. Fonte: INE (2011), adaptado.	62
5	Distribuição do número de empresas a consultar pelas Regiões NUTS III. Fonte: INE (2011), adaptado.	63
6	Informação sintetizada da distribuição da amostragem considerada para o estudo. Fonte: INE (2011), adaptado.	64
7	Número de respostas recebidas por Distrito e Regiões NUTS III. Elaboração própria.	66
8	Rácio (%) do Custo da Manutenção na Facturação Bruta e Rácio (%) do Custo da Subcontratação no Cust. Total da Manut. Fonte: Pinto (2001), adaptado.	68
9	Síntese dos dados obtidos através das respostas ao Bloco 1 de questões. Fonte: Elaboração própria.	69
10	Valores dos pesos (%) do Custo Manut. /Facturação Bruta; Custo Subcontratação 7 Custo Manutenção e Custo Formação / Custo Manutenção. Fonte: Elaboração própria.	77
11	Síntese de resultados sobre a Formação dos Técnicos de Manutenção. Fonte: Elaboração própria.	79

Introdução

A Gestão na indústria no século XXI é uma tarefa desafiadora. A melhoria contínua nas áreas da tecnologia, produtividade e qualidade, resultou numa forte competição. Hoje as indústrias esforçam-se para conseguir uma melhoria na eficiência em todos os seus domínios para serem mais competitivas no mundo aceleradamente global.

A competitividade é um factor diferenciador em todos os ramos da indústria. Ser competitivo passa muita das vezes por ser diferente e esta diferenciação pode estar nos processos produtivos, nas formas de aquisição de matérias-primas, etc., muitas empresas procuram a competitividade na produção, pois produzindo mais reduz-se o custo do produto produzido, aumentando assim a respectiva margem de lucro. Igualmente se pode melhorar a competitividade através da melhoria da qualidade do produto ou do serviço prestado.

É neste sentido que a manutenção industrial vem assumindo um papel decisivo na obtenção do diferencial competitivo cada vez mais explorado pelas indústrias. Esse diferencial é alcançado através da adopção das políticas de manutenção que hoje são largamente utilizadas nos diversos ramos da indústria, desde as manufactureiras até às prestadoras de serviços.

Segundo Cabral (2006), os objectivos da manutenção industrial têm que ser ligados aos objectivos globais da empresa já que a manutenção afecta a rentabilidade do processo produtivo por via tanto da sua influência no volume e na qualidade da produção como do seu custo: por um lado, melhora o desempenho e a disponibilidade do equipamento, por outro, acresce aos custos de funcionamento. Assim sendo, o segredo está em encontrar o ponto de equilíbrio entre o benefício e o custo que maximize o contributo positivo da manutenção para a rentabilidade geral da empresa.

Este trabalho consiste num estudo exploratório onde se pretende saber como é que em Portugal as PME do Sector Industrial Transformador integram o conceito da Manutenção Condicionada no seu Sistema de Gestão da Manutenção, nomeadamente através da utilização de um Sistema de Gestão com apoio

Informático, as tecnologias de termografia e vibrometria e o modo como o fazem (internamente, ou *outsourcing*).

Para saber esta realidade foi realizado um inquérito dirigido aos Responsáveis pela Manutenção de um conjunto de PME do Sector Industrial de Transformação. Para concretizar os nossos objectivos, organizámos a dissertação em 5 (cinco) capítulos.

No capítulo um, apresentamos a revisão da literatura efectuada, sublinhando os aspectos relevantes orientados para os conceitos genéricos de gestão da manutenção. No capítulo dois, evidenciamos a relação entre a gestão da manutenção e a competitividade. No capítulo três, fazemos a apresentação do estudo e a metodologia utilizada. No capítulo quatro, apresentamos os resultados obtidos. No capítulo cinco, é efectuada a discussão dos resultados obtidos e confronto com as hipóteses, enquadrando-os na especificidade das respostas e tendo em atenção os *benchmarks* adoptados. Finalmente são apresentadas as conclusões.

Capítulo 1. Revisão da Literatura

1.1 – Breve Resumo Histórico da Manutenção

A manutenção, embora despercebida, sempre existiu, mesmo nas épocas mais remotas. Começou a ser conhecida com o nome de manutenção por volta do século XVI na Europa central, juntamente com o surgimento do relógio mecânico, quando surgiram os primeiros técnicos em montagem e assistência.

A Manutenção tomou corpo ao longo da Revolução Industrial e firmou-se, como necessidade absoluta, na Segunda Guerra Mundial. No princípio da reconstrução pós-guerra, Inglaterra, Alemanha, Itália e principalmente o Japão, alicerçaram seu desempenho industrial na base da engenharia e manutenção.

Para Assis (1997), a história da manutenção mostra que, em pouco mais de 100 anos, ela evoluiu de uma condição inicial de socorro para permitir a continuidade da

produção, após uma avaria, para uma necessidade de produção, ou seja, uma ferramenta que confere fiabilidade a um processo produtivo.

Até 1914 a Manutenção tinha uma importância secundária e era normalmente realizada no âmbito da operação. Com a implantação da chamada produção em série, instituída por Henry Ford nos EUA (fabrico de automóveis) as indústrias passaram a ter a necessidade de fazerem os seus planeamentos e programas de produção, sendo necessário criar equipas que pudessem efectuar as reparações nas máquinas de produção como melhor eficácia e rapidez. Segundo Tavares (2005) surgiu assim na organização um órgão subordinado ainda à operação cuja missão era a reparação das avarias, hoje designada por Manutenção Correctiva.

Com a 2ª Guerra Mundial (1939 – 1945) cresceram as preocupações com a rapidez de produção (em particular do equipamento militar) e ficou visível a necessidade de não só se repararem as avarias como sobretudo evitar que elas ocorressem. O pessoal técnico responsável pela Manutenção passou a desenvolver uma acção de prevenção que conjuntamente com a correcção completava a sua missão. As intervenções de Manutenção eram feitas de acordo com calendário de tempo, normalmente indicado pelo fabricante das máquinas. Este tipo de manutenção ficou conhecido como preventivo periódico.

No início da década de 50, com o desenvolvimento da indústria para reconstrução do pós-guerra e a evolução da aviação comercial, a Manutenção passa a ter carácter Preventivo Sistemático, actuando em intervalos pré-planeados, na limpeza, lubrificação, substituição e verificação das instalações. Para Cabral (2006), a Manutenção Preventiva Sistemática é executada a intervalos de tempo preestabelecidos segundo um número definido de unidades de funcionamento ou tempo decorrido, sem controlo prévio do equipamento.

Em meados dos anos 60 e em França desenvolve-se o conceito de que a produtividade das empresas seria obtida pelo envolvimento e interacção de todos os intervenientes directa ou indirectamente envolvidos no processo de produção, coordenados pelo responsável da Manutenção e com apoio de um Sistema Informático, procurando-se assim uma maior eficiência e disponibilidade dos equipamentos. Este conceito veio a ser conhecido como a Escola Latina. De acordo com Tavares (2005) surge assim, pela primeira vez, a ideia da necessidade da

introdução de um Sistema Informatizado que deveria comunicar e integrar-se no sistema de gestão global da empresa.

Contudo, nos idos anos de 60 os Sistemas Informáticos existentes eram fundamentalmente constituídos por grandes computadores designados por *mainframes*, os quais, sendo únicos nas empresas, estavam fundamentalmente destinados a áreas da gestão de relevância mais imediata, como a área financeira, contabilidade e processamento de salários. Na realidade este conceito de utilização dos Sistemas Informáticos como auxiliares na Gestão da Manutenção vem a concretizar-se mais tarde nos anos 80 com o aparecimento dos computadores de menores dimensões, os chamados *desktops* e os portáteis.

De acordo com Pinto (2001), investigações russas nos finais dos anos 60 questionam a necessidade de paragem dos equipamentos em intervalos de tempo pré-definidos, que está subjacente ao conceito de Ciclo de Manutenção da Manutenção Preventiva Sistemática, como o intervalo compreendido entre duas Revisões Gerais que envolvem todos os trabalhos de reparação, afinação e substituição, executados durante a paragem do equipamento.

Assim, segundo este movimento conhecido mais tarde como a Escola Russa deveriam ser estabelecidas periodicamente inspecções sistemáticas para determinar a evolução das condições de funcionamento e detectar os defeitos e, em função desses resultados, seria então marcado o momento da Revisão Geral. Esta proposta ficou conhecida como Manutenção Selectiva e foi a precursora da chamada Manutenção Baseada na Condição ou Manutenção Condicionada e Preditiva.

Segundo Cabral (2006), na manutenção condicionada a decisão da intervenção preventiva é tomada no momento em que existem evidências de avaria eminente ou quando se dá a aproximação a um nível de degradação predeterminado. As características desta Manutenção são: prediz as condições dos equipamentos, detecta o mau funcionamento e planeia a intervenção, reduz o custo por evitar paragens desnecessárias, exige aparelhos de medição e instrumentação, inspecção simples com observações frequentes, aumenta a disponibilidade, aumenta a fiabilidade, promove uma qualidade mais constante, aumenta a produtividade,

melhora competitividade e aumenta o MTBF (Tempo Médio de Bom Funcionamento entre Avarias).

No início dos anos 70 os ingleses vêm realçar a questão do envolvimento dos custos na gestão da Manutenção. Surgiu assim o conceito conhecido por Terotecnologia o qual envolve a combinação dos meios financeiros, estudo da fiabilidade, avaliações técnico-económicas e métodos de gestão com o objectivo de se obterem ciclos de vida dos equipamentos cada vez menos dispendiosos. Segundo Tavares (2005), este conceito é a base actual da Manutenção Centrada no Negócio onde os custos norteiam as decisões da área da Manutenção.

De acordo com Assis (1997), em 1971 no Japão, surge a Manutenção Produtiva Total criada e desenvolvida dentro das concepções do Sistema Toyota de Produção (STP) com a filosofia de eliminar os desperdícios, envolver todos os funcionários e aprimorar continuamente as técnicas e pessoas envolvidas.

Para Cabral (2006), a TPM caracteriza-se por: procurar a maximização da eficiência global das máquinas e equipamentos, envolver o ciclo de vida útil da máquina e do equipamento, congrega todos os quadros técnicos da produção e da manutenção, unir todos os elementos da empresa desde a gestão de topo até aos operacionais básicos e motivar permanentemente todos os grupos.

Para Kmita (2003), o exercício deste conceito conduz a uma melhor integração entre a operação e a manutenção e ao envolvimento de um modo mais vincado do operador na manutenção do seu equipamento, uma vez que é ele que o conhece melhor.

Para o Instituto Japonês de Engenheiros Fabris o conceito de Manutenção Produtiva Total assenta em melhorar continuamente todas as condições operacionais, dentro de um sistema de produção, estimulando a consciência quotidiana de todos os trabalhadores.

Em 1978 Nowlan e Heap desenvolveram uma metodologia de manutenção para a indústria aeronáutica comercial dos EUA, que veio a designar-se por RCM (*Reliability Centred Maintenance*) ou seja, Manutenção Centrada na Fiabilidade. O

RCM foi inicialmente desenvolvido para a fase de projecto de um equipamento, de modo que o fabricante pudesse desenvolver e recomendar aos futuros utilizadores um programa inicial de manutenção, o mais equilibrado possível entre manutenção preventiva e correctiva.

Na manutenção tradicional o enfoque estava no equipamento (+) prevenção das avarias; no RCM, o enfoque está nas funções do equipamento (+) prevenção das consequências das avarias. Segundo Assis (2010), posteriormente várias empresas adoptaram este método também para a fase de exploração, embora com muitos problemas pois requer muito tempo e o envolvimento de um conjunto numeroso de pessoas. Esta dificuldade levou a algumas adaptações/simplificações que conduziram ao PMO (*Preventive Maintenance Optimization*), ou seja Optimização da Manutenção Preventiva. O PMO parte do programa de Manutenção Preventiva já existente e descreve os modos de falha que se pretendem evitar.

A partir do final da década de 80, com as exigências de aumento da qualidade dos produtos e serviços pelos consumidores, a Manutenção passou a ser um elemento relevante no desempenho dos equipamentos com um grau de importância equivalente ao que era atribuído à Operação.

Para Tavares (2005), este reconhecimento foi adoptado pela ISO (*International Organization for Standardization*), quando em 1993 revê a norma série 9000 para incluir a função Manutenção no processo de certificação. Deu-se assim o reconhecimento (já identificado pela ONU em 1975) da estrutura organizacional de equivalência dessas duas funções no incremento da qualidade, aumento da fiabilidade operacional, redução de custos e redução de prazos de fabricação e entrega, garantia da segurança do trabalho e da preservação do meio ambiente.

Mais tarde a Norma ISO 9001:2000 vem acentuar o conceito de melhoria contínua. A melhoria contínua consubstancia, segundo Cabral (2006), uma análise crítica sistemática do que se faz e com que resultado para o cliente.

Uma visão global da perspectiva de evolução histórica dos objectivos das políticas de manutenção ao longo do tempo pode ser condensada conforme mostrado na figura 1.

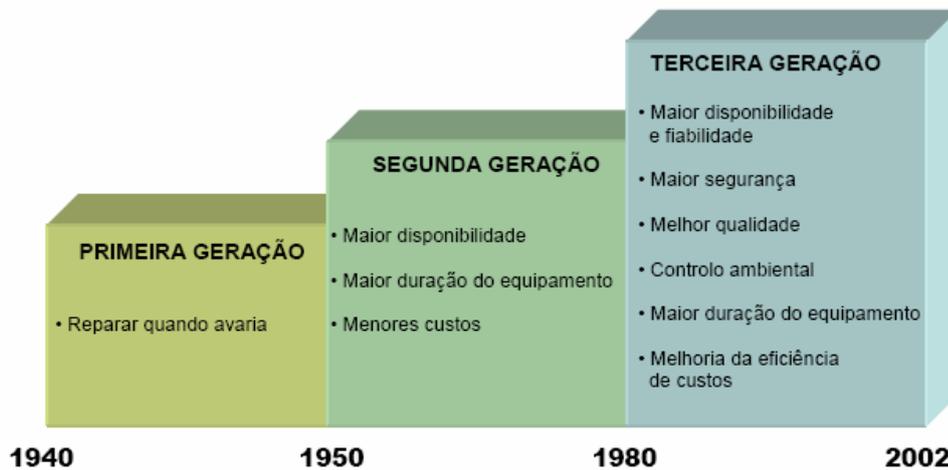


Figura 1: Evolução dos objectivos das políticas de Manutenção. Fonte: Quintas (1988).

1.2 – Principais Definições da Manutenção

É usual tomarem-se como referências de informação e doutrina na área da Manutenção as definições e conceitos indicados nas seguintes Normas:

- Norma AFNOR FDX 60-000:2002 – Maintenance Industrielle - Fonction Maintenance ;
- Norma NP EN 13306:2007 – Terminologia da Manutenção;
- Norma NP EN 13269:2007 – Manutenção - Instruções para a Preparação de Contratos de Manutenção;
- Norma NP EN 13460:2009 - Manutenção – Documentação para a Manutenção;
- Norma NP EN 15341:2009 – Manutenção - Indicadores de Desempenho (KPI)

1.2.1 – Manutenção

As definições no âmbito da Manutenção variaram um pouco ao longo do tempo, pois tratava-se de um ramo da Engenharia não claramente individualizado e que vivia um pouco subordinada à Produção, como podemos verificar pelo resumo da sua evolução histórica.

Sob ponto de vista normativo a Norma Francesa NFX60-010 de 1984 foi considerada pela maioria dos autores da doutrina da Manutenção, durante muito tempo, como a referência para definição dos termos técnicos.

Segundo a NFX60-010 de 1984, a Manutenção é definida como sendo um conjunto de acções que permitem manter ou restabelecer um bem num estado específico ou na medida de assegurar um serviço determinado.

Em 2001 surge a EN 13306, tendo a sua versão de 2006 sido transposta para o sistema de normalização português sob a designação de NP EN 13306 de 2007.

Segundo esta Norma, manutenção é definida como “combinação de todas as acções técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo e repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida” (p.11). Ainda esta mesma Norma define “bem” como “qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente” (p.12).

Para Cabral (2006), e segundo o ponto de vista prático Manutenção, é “conjunto das acções destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certos, por forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global optimizado” (p.2).

Em nossa opinião a definição de Manutenção indicada pela Norma EN NP 13306 de 2007, ainda que correcta, não explicita aspectos que são importantes no contexto da gestão actual das organizações. Assim, segundo nós, a Manutenção é conjunto de acções técnico-administrativas e de gestão que permitem, durante o ciclo de vida de um bem, manter, repor ou melhorar o seu estado de conservação ou funcionamento, respeitando as regras de segurança, saúde, higiene e o ambiente, tendo igualmente em atenção a minimização dos respectivos custos.

O ciclo de vida de um bem inicia-se com uma ideia da sua necessidade/utilização (1), segue-se a sua concepção e *design* (2), fabricação (3), instalação (4), ensaio (5), vida útil (6), paragem final (7) e abate ao cadastro (8), conforme indicado na figura 2.

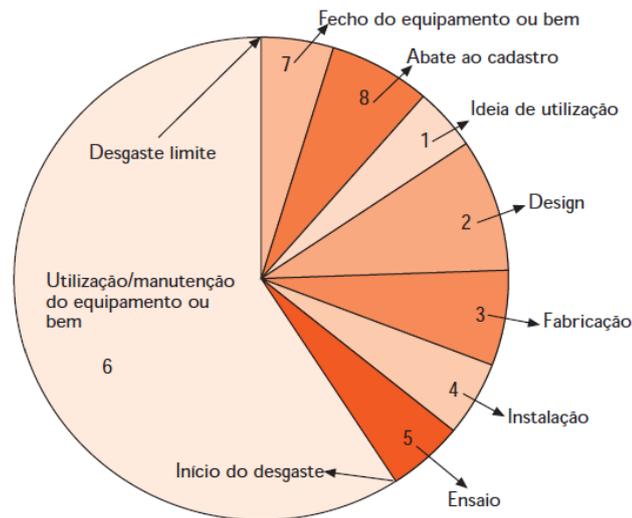


Figura 2: Representação do Ciclo de Vida de um bem. Fonte: Brito (2003).

1.2.2 - Tipos de Manutenção

Basicamente as estratégias de manutenção são de dois tipos: Preventivo (Manutenção Preventiva) e Correctivo (Manutenção Correctiva), conforme figura 3.

A Manutenção Preventiva tem por objectivo actuar preventivamente, evitando que a avaria surja. A Manutenção Correctiva actua depois da ocorrência da avaria.

É assim importante saber qual é a definição de avaria. Segundo a Norma EN NP 13306 de 2007 avaria é “cessação da aptidão de um bem para cumprir a função requerida” (p. 16).

Para Cabral (2006), a importância de uma avaria não é tanto determinada pelas suas características próprias, mas fundamentalmente pelas suas consequências no contexto onde o equipamento ou sistema se insere na máquina da produção. Efectivamente, uma avaria num compressor de ar que desempenhe uma função essencial (ou crítica) num determinado processo de produção terá como consequência a paragem desse processo; a mesma avaria num compressor idêntico, mas que desempenhe uma função apenas subsidiária do processo de produção, ou que disponha de um compressor de ar de reserva, não terá a mesma relevância na perspectiva da Manutenção. Segundo a Norma EN NP 13306 de 2007, Manutenção Correctiva é efectuada depois de detectada uma avaria e tem como objectivo repor o bem num estado em que se possa realizar a função requerida.

Já a Manutenção Preventiva é realizada a intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento do bem. A Manutenção Preventiva é, sob o ponto de vista da gestão, o objectivo da política de Manutenção.

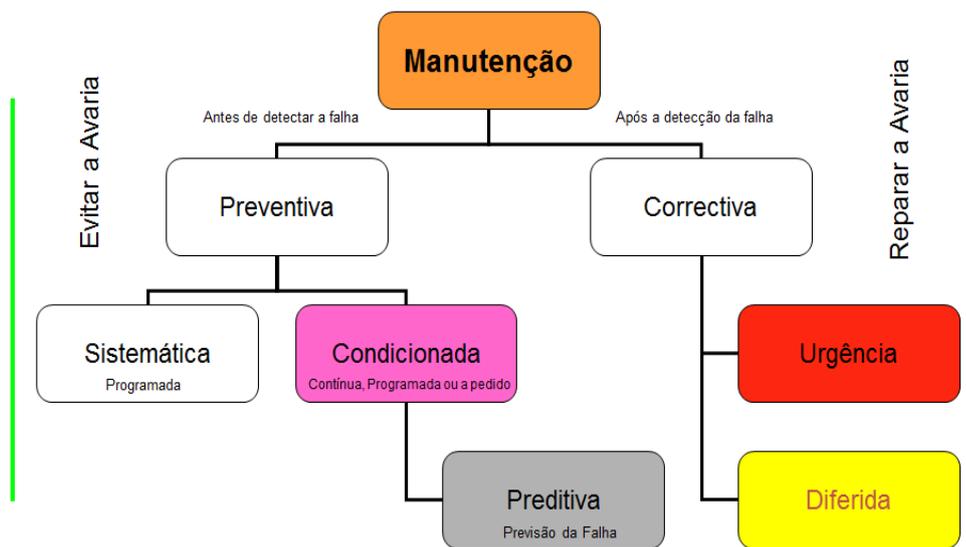


Figura 3: Tipos de Manutenção. Fonte: Norma NP EN 13306 de 2007, adaptada.

No âmbito da Manutenção Preventiva podem ser considerados dois tipos básicos: Manutenção Preventiva Sistemática e Manutenção Condicionada, sendo que esta última, utilizando-se a projecção no futuro dos dados obtidos pode conduzir à Manutenção Preditiva.

A Manutenção Preventiva Sistemática é efectuada em intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização sem se determinar o Estado de Condição do equipamento. Por exemplo, mudança periódica do óleo do motor de um automóvel após ter sido percorrido um nº definido de Km's (dependente do fabricante) ou decorrido um período de tempo (normalmente um ano), o que ocorrer primeiro.

Por outro lado, a Manutenção Condicionada faz depender a intervenção no equipamento da determinação do Estado de Condição do mesmo, sendo para tal necessário definir um conjunto de parâmetros significativos do seu funcionamento e proceder ao seu seguimento, correlacionando os valores com limites de degradação previamente estabelecidos.

Segundo Cabral (2006), na Manutenção Condicionada a decisão de intervenção preventiva é tomada no momento em que existe a evidência de ocorrência de uma avaria iminente ou quando há a aproximação de um patamar de degradação determinado. Por exemplo, efectuar a substituição de um rolamento de uma bomba quando se detectou uma vibração em aceleração de 2g SE (aceleração de *spike energy*; ou seja, energia de choque).

A Norma NP EN 13306 de 2007 refere como Manutenção Preditiva “a manutenção condicionada efectuada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e da avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem” (p. 20). Para nós a Manutenção Preditiva surge como uma evolução da Manutenção Condicionada, aproveitando os dados recolhidos no seguimento efectuado aos parâmetros significativos de funcionamento e aplicando técnicas de previsão estatística (regressão) é possível encontrar uma função matemática que melhor represente a evolução da nuvem de pontos representativa dos dados recolhidos. O ponto de intersecção dessa função com o patamar limite estabelecido permite determinar numa escala de tempo a data previsível da necessidade da intervenção preventiva, conforme gráfico 1.



Gráfico 1: Análise de Tendência. Fonte: Elaboração Própria.

No respeitante à Manutenção Correctiva já acima definida, podem existir dois tipos: Manutenção de Emergência e Manutenção Diferida.

A Manutenção Correctiva de Emergência é efectuada imediatamente após a detecção de uma avaria para evitar consequências inaceitáveis. Por exemplo, se ocorrer uma avaria nos travões de um automóvel que impeça a realização de uma travagem correcta, a intervenção de manutenção correctiva é urgente para que se reponha a condição normal de funcionamento do sistema de travagem.

Por outro lado e também segundo a Norma NP EN 13306 de 2007, a Manutenção Correctiva Diferida é efectuada depois de detectada uma falha, mas que é retardada no tempo de acordo com regras de manutenção determinadas.

Por exemplo, se acidentalmente a pintura de um automóvel for danificada num determinado local, isto não limita a sua utilização, nem afecta a sua segurança, podendo a intervenção de manutenção correctiva ser realizada mais tarde.

Para além dos tipos já referidos de Manutenção, Cabral (2006) define ainda a Manutenção de Melhoria na qual inclui as modificações ou alterações destinadas a melhorar o desempenho operacional do equipamento, ajustando-o melhor a novas condições de funcionamento.

Tomando a Manutenção como premissa para a redução dos custos da produção, deve-se definir a melhor política a ser adoptada para a optimização dos custos. Essa análise pode ser observada no gráfico clássico, mostrado na figura 4, que ilustra a relação entre o custo com manutenção preventiva e o custo da falha. Entre os custos decorrentes da falha estão, basicamente, as peças e a mão-de-obra necessárias à reparação e, principalmente, o custo da indisponibilidade do equipamento.

O gráfico 2 mostra que os investimentos crescentes em manutenção preventiva reduzem os custos decorrentes das falhas e, conseqüentemente, diminuem o custo total da manutenção, em que se somam os custos de manutenção preventiva com os custos de falha. Entretanto, o gráfico mostra também que, a partir do ponto óptimo em investimento com manutenção preventiva, mais investimentos trazem poucos benefícios para a redução dos custos da falha e acabam por elevar o custo total.

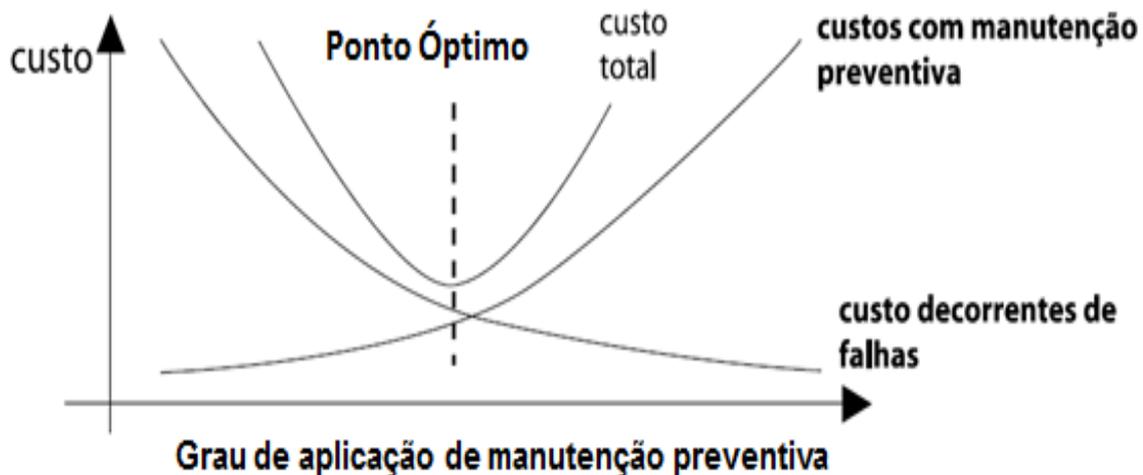


Gráfico 2: Representação gráfica Custos vs Grau de aplicação de Manutenção Preventiva. Fonte: Marconi *et al.* (2003), adaptado.

O gráfico 3 mostra que a busca por falha zero (100% de disponibilidade) requer gastos cada vez maiores com manutenção, o que acarreta uma consequente redução do lucro da operação.

Encontrar o ponto ótimo 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.

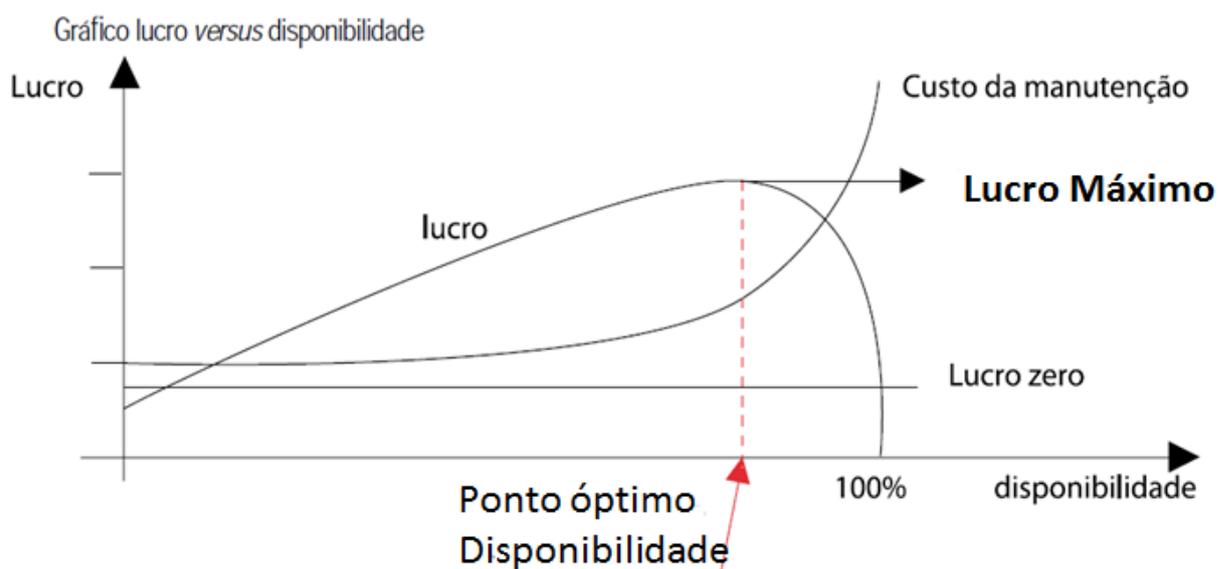


Gráfico 3: Representação gráfica da variação do Lucro com a Disponibilidade. Fonte: Marconi *et al.* (2003), adaptado.

1.2.3 Níveis de Manutenção

As intervenções de manutenção quer do âmbito preventivo quer correctivo desenrolam-se segundo vários níveis. Estes níveis de intervenção definem não só a profundidade da intervenção assim como a qualificação do interveniente. São assim definidos 5 (cinco) níveis de acordo com Ferreira, Faro, Pereira e Craveiro (1993).

Segundo a Norma AFNOR FDX60-000 de 2002, os cinco níveis são os seguintes:

Nível I – Acção Simples: regulações simples previstas pelo construtor por meio de elementos acessíveis, sem nenhuma desmontagem ou abertura do equipamento. Fundamentalmente inspecção visual e regulações simples;

Nível II – Operação Corrente: reparações por substituição normal dos elementos previstos e operações menores de manutenção preventiva, tais como lubrificação ou controlo de bom funcionamento. Pode ser efectuada por técnico habilitado de qualificação média, no local, com a ferramenta portátil definida pelas instruções de manutenção e com a ajuda destas instruções. Utiliza peças de substituição transportáveis e que se encontram, sem atrasos, na proximidade imediata do local de utilização;

Nível III - Operação Especializada: identificação e diagnóstico de avarias, reparações por troca de componentes ou elementos funcionais, reparações mecânicas menores e todas as operações correntes de manutenção preventiva tais como regulações gerais ou aferições de aparelhagem de medida. Pode ser efectuada por técnico qualificado, no local ou num local de manutenção, com a ajuda das ferramentas previstas nas instruções de manutenção, bem como de aparelhos de medida e regulação e eventualmente bancos de ensaio e de controlo dos equipamentos e utilizando o conjunto de documentos necessários à manutenção do bem, assim como peças aprovacionadas pelo armazém;

Nível IV- Intervenção Específica: todos os trabalhos importantes de manutenção correctiva ou preventiva, com excepção da renovação e da reconstrução. Este nível inclui ainda a calibração dos aparelhos de medida utilizados para a manutenção e eventualmente a verificação dos padrões de trabalho por organismos

especializados. Pode ser efectuado por equipa que compreenda um enquadramento técnico muito especializado, numa oficina especializada dotada de ferramenta geral (meios mecânicos, de cablagem, de limpeza, ...) e eventualmente bancos de teste e padrões de trabalho necessários, com a ajuda de todas as documentações gerais ou particulares;

Nível V – Renovação / Reconstrução: revisão geral, reconstrução ou execução de reparações importantes, confiadas a uma oficina central. Por definição, este tipo de trabalho é efectuado pelo construtor, ou representante oficial, com os meios definidos pelo construtor e portanto próximos dos da fabricação.

Quando se elaboram Cadernos de Encargos para prestação de serviços de Manutenção é sempre especificado o nível de intervenção pretendido.

Podemos obter Informação muito importante sobre o modo como devem ser elaborados os Contratos de Manutenção a partir da Norma NP EN 13269:2007 – Manutenção – Instruções para a Preparação de Contratos de Manutenção.

A figura 4 resume os diferentes níveis de intervenção, conforme consta do original da normal AFNOR FDX60-000 de 2002.

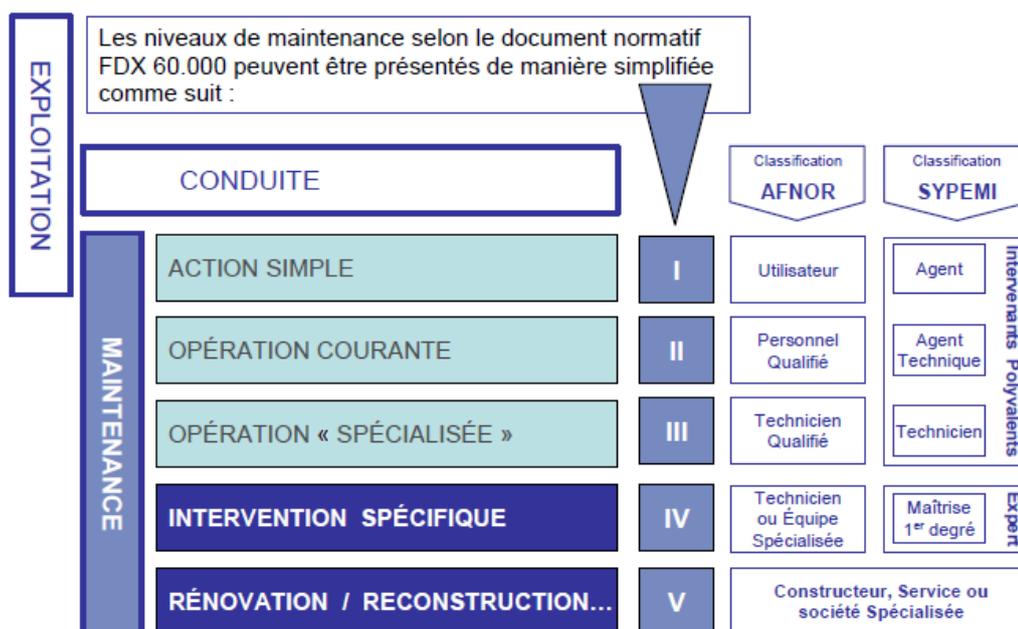


Figura 4: Níveis de Intervenção de Manutenção. Fonte: Norma AFNOR FDX60-000 (2002).

1.2.4 - Conceitos Básicos necessários à Gestão da Manutenção

Na abordagem à Gestão da Manutenção, ainda que a realizar sob um ponto de vista eminentemente prático, torna-se necessário definir alguns conceitos básicos, assim como a identificação de alguns indicadores de gestão.

1.2.4.1 Conceitos Básicos

Os conceitos básicos mais importantes associados à Gestão prática da Manutenção são:

- Taxa de Avarias (λ): número de avarias ocorridas num bem num dado intervalo de tempo. Este conceito é fundamental para ter uma primeira compreensão da manutenção de um bem. Obtém-se, na prática, dividindo o número total de avarias ocorridas pelo tempo total decorrido.

$$\lambda = \frac{N^{\circ} Total Avarias}{Tempo Total Decorrido}$$

Para uma visualização deste conceito na vida de um bem é normalmente utilizada a representação gráfica da chamada “Curva da Banheira”, conforme mostrado na fig. 5.

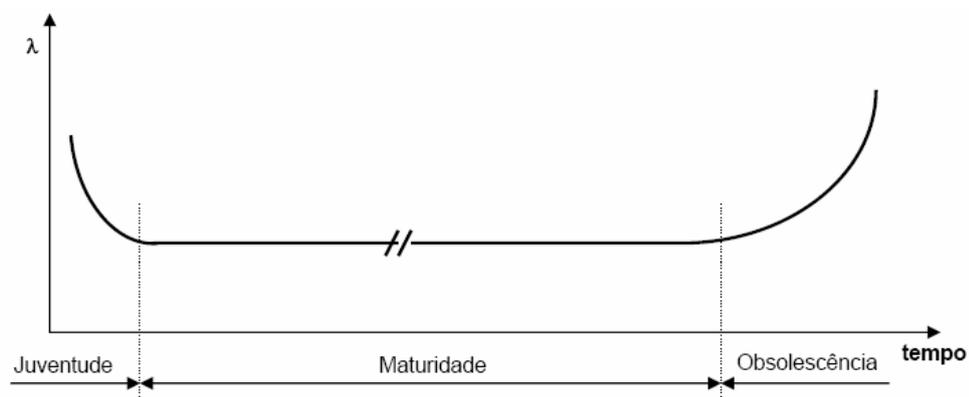


Fig 5: Representação da evolução da Taxa de Avarias “Curva da Banheira”.
Fonte: Assis (2010), adaptada.

Nesta Curva podem ser distinguidas três zonas: Juventude, Maturidade e Obsolescência. Na sua interpretação temos uma fase inicial (Juventude) onde a

Taxa de Avarias é inicialmente elevada (atribuível a defeitos de fabrico, montagem / instalação deficiente, adaptação de funcionamento, erros de condução e manutenção), à qual se segue uma estabilização (Maturidade) considerada como o período de vida útil, seguindo-se a fase em que com o avanço da idade o número de avarias vai crescendo e o bem caminha para a obsolescência .Na prática é utilizada a chama Taxa de Avarias média que expressa o número de avarias por unidade de operação (horas, Km, ciclos, etc.).

- MTBF (*Mean Time Between Failures*): tempo médio expectável entre avarias. Exprime-se em horas e indica o nº de horas expectável de bom funcionamento de um bem entre duas avarias consecutivas. Este conceito tem a seguinte expressão matemática:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda}$$

Este conceito é referido, por vezes, pelo fabricante do bem (mais frequentemente equipamento ou componente eléctrico/electrónico) com referência a um determinado número de horas. Deste modo, na prática, se for indicado que um determinado equipamento ou componente tem um MTBF de 10.000 horas, isto significa que, em termos médios, este equipamento ou componente terá uma avaria em cada 10.000 horas de funcionamento. Assim sendo, um equipamento ou componente que tenha, por exemplo, um MTBF de 15.000 horas terá uma operacionalidade maior que outro igual com um MTBF de 10.000 horas.

- Fiabilidade (R): exprime a probabilidade de um bem cumprir a função requerida, sob determinadas condições e dentro de um dado intervalo de tempo. Exprime-se em percentagem (%). Este conceito tem a seguinte expressão matemática (caso da taxa de avarias constante):

$$R_{(t)} = e^{-\lambda t}$$

Assim, se for indicado que a Fiabilidade (R) de um bem é de 90% para um tempo de funcionamento de 1 (um) ano, significa que ao fim deste tempo de funcionamento a probabilidade do bem poder estar operacional é de 90%.

- Manutibilidade: é a aptidão que um bem tem para, sob condições de utilização definidas, ser mantido ou repostado num estado que possa cumprir uma função requerida depois de ser reparado em condições determinadas e utilizando os procedimentos e meios indicados. Segundo Assis (2010) a manutibilidade é essencialmente uma característica de concepção e de fabricação do equipamento.
- MTTR (*Mean Time To Repair*): o tempo médio expectável de reparação exprime-se em horas e indica o somatório dos tempos totais de reparação verificados nas diferentes reparações executadas, a dividir pelo nº de reparações. Este conceito tem a seguinte expressão matemática:

$$MTTR = \frac{\sum_{i=0}^n TTR_i}{n}$$

O MTTR pode representar o tempo médio de reparação de uma dada avaria de num conjunto de equipamentos idênticos, ou o tempo médio de reparação de uma avaria num dado equipamento. O MTTR pode ser considerado como um indicador da Manutibilidade. O conhecimento do MTTR favorece a procura de soluções que permitam encurtar a duração das avarias.

- Disponibilidade (D): aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições num dado instante ou durante um determinado intervalo de tempo, assumindo que são assegurados os necessários recursos externos.

Ainda sob o ponto de vista da Manutenção é usual definir-se a chamada Disponibilidade Intrínseca (DI) e a Disponibilidade Operacional (DO). Na DI estão em causa as características próprias do equipamento que resultam da sua concepção, fabrico e manutibilidade.

Na DO (quer na óptica da Produção quer na óptica da Manutenção) são integradas as características intrínsecas (concepção, fabrico e manutibilidade) com as resultantes da organização da produção e da manutenção, ou sejam, ritmos de produção, políticas de manutenção adoptadas e respectiva logística necessária, conforme mostra o esquema da figura 6.

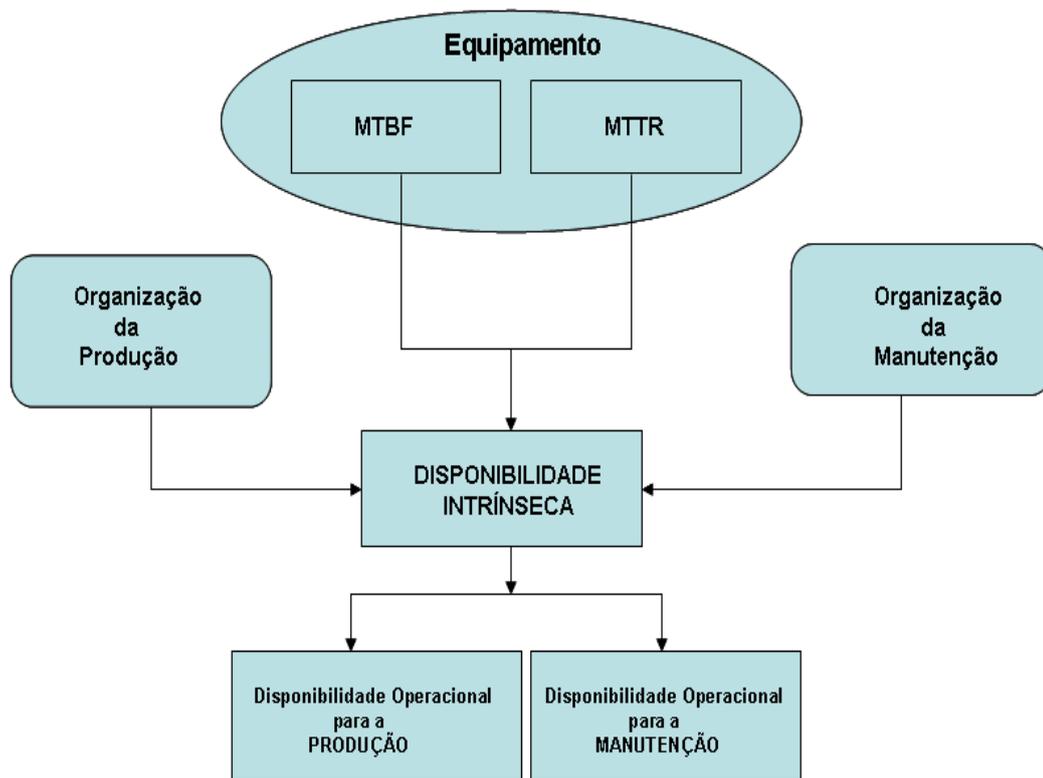


Figura 6: Relação entre as Disponibilidades. Fonte: Elaboração própria.

1.2.4.2 Indicadores de Gestão da Manutenção

Podemos dizer que não existe uma lista padrão única de indicadores de Gestão da Manutenção. Nos indicadores de gestão a eleger deve ser tido em consideração não só a sua utilidade, mas também a facilidade de recolha dos dados para os calcular; isto é, há necessidade de se organizar um sistema de recolha e tratamento de dados que possa ser implantado na prática com eficácia.

Os indicadores de Gestão da Manutenção a escolher/determinar devem estar alinhados com os objectivos estratégicos da empresa.

Os indicadores de gestão podem ser divididos em três grandes grupos:

- Indicadores Económicos da Gestão da Manutenção (Custos);
- Indicadores Técnicos (Desempenho);
- Indicadores Organizacionais.

Os indicadores são relações (rácios) entre valores absolutos através dos quais se pretende quantificar resultados da actividade de um serviço, com o objectivo de melhorar a eficácia da acção desenvolvida.

Sendo:

Custo de Produção C_{PR} : Custo Matérias Prima + Custo Fabricação + Custo Manutenção.

e

Custo de Manutenção C_{MT} : Custo M. Obra directa + Custo Materiais + Custo Subcontratação.

Alguns dos Indicadores Económicos (E) possíveis são:

- O peso (%) do Custo de Manutenção (C_{MT}) no Custo da Produção (C_{PR}) pode ser indicado pela expressão: $E1 = C_{MT} / C_{PR} \times 100 (\%)$
- O Custo da Manutenção por Unidade Produzida (UP) pode ser indicado pela expressão:
 $E2 = C_{MT} / N^{\circ} \text{ Total Peças Produzidas } \text{€} / \text{UP}.$
- O peso (%) da Manutenção na Fabricação pode ser indicado pela expressão:
 $E3 = C_{MT} / (C_{PR} - C_{MP}) \times 100 (\%)$ sendo C_{MP} Custo Matérias Primas
- O peso (%) da Subcontratação nos Custos da Manutenção pode ser indicado pela expressão:
 $E4 = C_{Sub} / C_{MT} \times 100 (\%)$ sendo C_{Sub} Custo da Subcontratação
- O peso (%) do Custo da Manutenção na Facturação pode ser revelado pela expressão:
 $E5 = C_{MT} / \text{Facturação} \times 100 (\%).$

Alguns dos Indicadores Técnicos (T) possíveis são:

- Disponibilidade Operacional (DO)

Na óptica da Produção a Disponibilidade Operacional do Equipamento pode ser revelada pela expressão:

$$DO_{PR} = \frac{T_f}{T_f + T_{MT} + T_{pPR}} \times 100 (\%)$$

T_f - Tempo de funcionamento

T_{MT} - Tempo de Manutenção

T_{pPR} - Tempo paragem da Produção

Na óptica da Manutenção a Disponibilidade Operacional pode ser indicada pela expressão:

$$DO_{MT} = \frac{T_f + T_{pPR}}{T_f + T_{MT} + T_{pPR}} \times 100 (\%)$$

Segundo Cuignet (2006), são de considerar, entre outros, os seguintes Índices:

- Índice de Desempenho (ID) (%)

$$ID = \frac{\text{Quantidades Produzidas}}{\text{Quantidades Produzidas Cadência Óptima}}$$

Mede e favorece a previsão de perdas de produção ligadas a abrandamentos das instalações.

- Índice de Qualidade (IQ) (%)

$$IQ = \frac{\text{Quantidades Produzidas Conformes}}{\text{Quantidades Produzidas}}$$

Mede e favorece a previsão de perdas de produção ligadas à falta de qualidade dos produtos.

- Taxa de Rendimento Sintético (TRS) (%)

TRS = Disponibilidade X Desempenho X Qualidade

A TRS permite medir com precisão o desempenho de uma instalação em termos de volume de produção e identificar as diferentes causas de perda. As boas práticas de produção e as boas práticas de manutenção permitem, em conjunto, obter uma TRS elevada.

- Índice de Manutenção Preventiva (IMP) (%)

$$\text{IMP} = \frac{\text{Horas Registadas Manut. Preventiva}}{\text{Total Horas Registadas}}$$

Permite medir a pertinência da necessidade de manutenção.

Alguns Indicadores Organizacionais:

Segundo Farinha (2011), podemos ter como Indicador Organizacional a relação entre o efectivo de pessoal afecto à Manutenção e o efectivo total do pessoal da empresa (EPM) (%)

$$\text{EPM} = \frac{\text{Efectivo Pessoal Manutenção}}{\text{Efectivo Total Pessoal Empresa}}$$

Ainda segundo Farinha (2011), podemos ter neste conjunto de Indicadores a Taxa de Realização das OT (TROT), estabelecida como a relação entre o número de OT executadas dentro do prazo previsto e o número total de OT programadas (p. 76)

$$\text{TROT} = \frac{\text{Nº OTExecutadas Prazo Previsto}}{\text{Nº Total OT Programadas}}$$

Para Cabral (2006), os indicadores de gestão são úteis para ajudar a tomar decisões, fazer comparações da actividade entre anos diferentes e com a concorrência, avaliar os benefícios de uma política de manutenção, preparar um orçamento e ajudar a identificar problemas. Fazer a comparação dos indicadores de desempenho com outras indústrias no mesmo sector de actividade é um processo

importante de evolução e melhoria, também no âmbito da performance da Gestão da Manutenção.

Segundo Cuignet (2006), “muitas vezes é difícil saber até onde se podem melhorar os desempenhos do processo de manutenção e, conseqüentemente, quais os objectivos que é possível fixar” (p. 68).

O *Benchmarking*, como um processo de melhoria da performance pela contínua identificação, compreensão e adaptação de práticas e processos excelentes encontrados dentro e fora das organizações, poderá ser, com os devidos cuidados, uma possível ajuda à solução deste problema.

Segundo a APQC (*American Productivity and Quality Centre*), organização sem fins lucrativos mundialmente conceituada nesta matéria, *Benchmarking* é entendido como um processo de identificação, conhecimento e adaptação de práticas e processos de excelência adoptados nas empresas de sucesso de qualquer parte do mundo, para ajudar uma organização a melhorar a sua performance.

A adopção do *Benchmarking* como caminho para a melhoria contínua na tomada de decisões de Gestão da Manutenção impõe, como condição indispensável à partida, o conhecimento aprofundado das práticas e processos seguidos de momento na empresa para que se defina como, com que meios e em que tempo se pretendem alcançar os níveis de performance atingidos pelas organizações de referência. A figura 7 revela este conceito de modo expressivo.

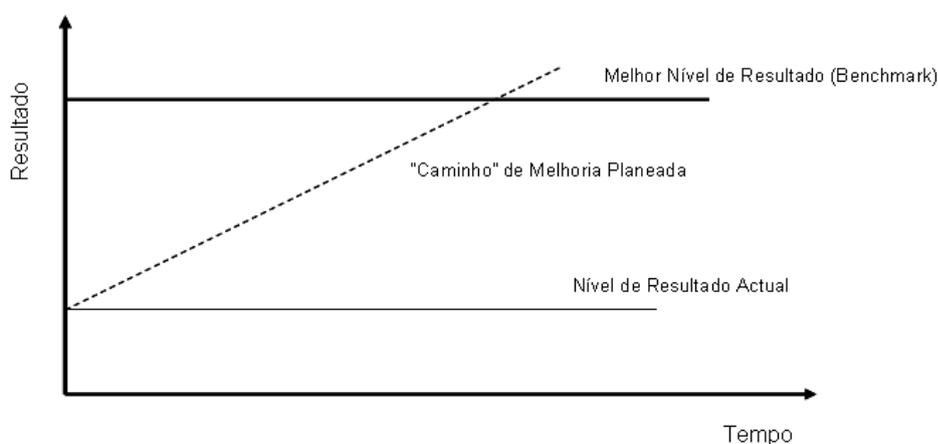


Figura 7: Aproximação ao *Benchmark*. Fonte: Elaboração própria.

Torna-se assim indispensável definir de modo explícito quais são os indicadores a adoptar, os quais devem ter as seguintes características:

- Apropriados: medirem precisamente o parâmetro operacional desejado;
- Exequíveis: serem fáceis de recolher e interpretar;
- Claros: não suscitarem dúvidas;
- Comparáveis: capazes de serem analisados em relação a dados provenientes das organizações/entidades de referência.

1.3 – Sistema de Gestão da Manutenção com Apoio Informático

1.3.1 – Sistemas de Informação

A informação na sociedade pós-industrial passou a ser um recurso-chave da competitividade efectiva para a diferenciação de mercado e obtenção do lucro na presente sociedade.

Segundo Sperb & Neto (2006), a necessidade de obter informações faz com que as organizações procurem obter dados das mais variadas fontes, sem que muitas das vezes verifiquem a sua fiabilidade e coerência o que pode ocasionar problemas significativos para as análises futuras.

Assim, muitas vezes os Gestores são inundados com informação irrelevante, abundante e dispersa proveniente de várias fontes, desde os colaboradores mais próximos aos clientes e fornecedores, pelo que isto conduz a uma visão que pode estar distorcida da realidade, fora do contexto e não validada, levando por isso a uma Tomada de Decisão sem a eficácia desejável.

Deste modo, o grande problema dos Gestores é definir qual é a informação que deve ser gerida de modo integrado e que ajude a melhorar a qualidade das decisões ao nível estratégico, tático e operacional, de modo a reduzir o risco de insucesso. A Tomada de Decisão é muito mais do que o momento final da escolha entre soluções possíveis, sendo um processo complexo de reflexão, investigação e análise.

1.3.1.1 Conceitos Base dos Sistemas de Informação

Ao abordar este tema torna-se necessário definir os conceitos que estão subjacentes ao que é designado por Dados, Informação, Conhecimento e Sistema.

De uma maneira geral entende-se o seguinte:

- **Dados:** são elementos sem significado específico e que dizem respeito a actividades, acontecimentos e factos e que por si só não os explicam (ex.: o número 25);
- **Informação:** obtém-se a partir dos dados, depois de devidamente tratados e organizados com um fim específico (ex.: 25 Euros é o preço de um livro);
- **Conhecimento:** obtém-se a partir da organização, integração, contextualização e interpretação da informação e permite guiar as acções e as decisões;
- **Sistema:** conjunto de componentes inter-relacionados que trabalham juntos para atingir objectivos comuns, recebendo entradas (*inputs*) e produzindo resultados (*outputs*) através de uma transformação organizada de processos, envolvendo igualmente o armazenamento temporário dos dados, conforme figura 8.

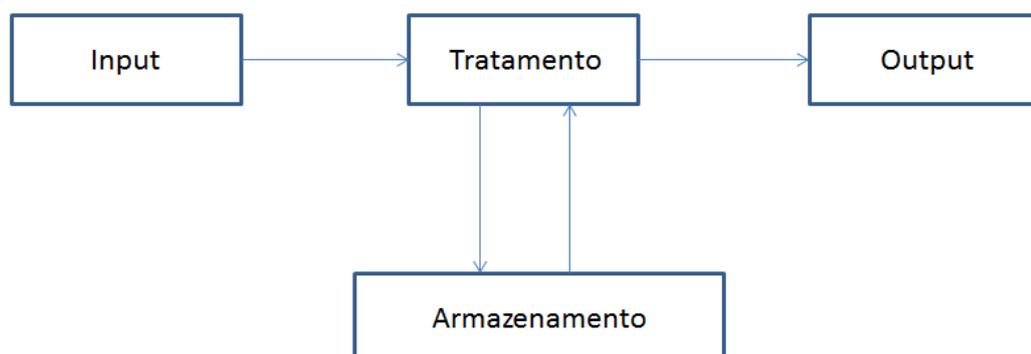


Figura 8: Quatro Componentes Básicos de um Sistema de Informação. Fonte: Rascão (2004), adaptado.

1.3.1.2 A Informação no contexto das Organizações

A informação tem duas finalidades, sendo uma para o conhecimento dos ambientes interno e externo de uma organização, ou seja para a Gestão Operacional, e a outra para a Tomada de Decisão nestes ambientes.

Segundo o papel que a informação pode desempenhar nas actividades de uma organização podemos classificá-la como informação crítica, informação mínima, informação potencial e informação sem interesse, conforme a figura 9.



Figura 9: Classificação da Informação segundo a sua finalidade. Fonte: Moresi (2000), adaptado.

Os esforços principais de uma organização, neste âmbito, devem centrar-se na obtenção e manutenção da informação crítica, mínima e potencial, sendo de salientar que nem sempre é fácil estabelecer a diferença.

No contexto de uma organização, a informação deve atender às necessidades dos diferentes níveis de gestão. Assim há a considerar:

- A informação destinada à Gestão de Topo (estratégica) que possibilita, ao nível institucional, observar as variáveis presentes nos ambientes externo e interno, com a finalidade monitorizar e avaliar o desempenho, o planeamento e as decisões de alto nível;

- A informação destinada à Gestão Intermédia (táctica) que permite ao nível intermédio observar as variáveis presentes nos ambientes externo e interno, monitorizar e avaliar os seus processos, o planeamento e a tomada de decisão de nível táctico;
- A informação destinada à Gestão Operacional que possibilita ao nível operacional executar as suas actividades e tarefas, monitorizar o espaço geográfico sob sua responsabilidade, o planeamento e a tomada de decisão de nível operacional.

1.3.1.3 O Valor da Informação

Para Rascão (2004), sob o ponto de vista intrínseco (qualidade) a informação deve possuir um conjunto de características que a tornem útil para o fim a que se destina.

Essas características são:

- Pertinência: tem que ser relevante para a tomada de decisão;
- Oportunidade: deve estar disponível no momento certo;
- Exactidão: deve corresponder à realidade;
- Redução da Incerteza: deve minimizar o leque de opções;
- Elemento de Surpresa: deve permitir ganhar vantagem competitiva ou táctica;
- Acessibilidade: deve estar convenientemente estruturada para ser compreendida pelos utilizadores.

1.3.1.4 Arquitectura de um Sistema de Informação

No Séc. XXI o contexto em que as empresas estão inseridas (globalização) caracteriza-se por uma densificação da complexidade da relação entre pessoas, empresas e instituições, por um grau crescente de incerteza, pela compressão do tempo para a Tomada de Decisão e por uma elevada competitividade.

As decisões dos diferentes gestores da pirâmide hierárquica da organização não podem assentar na sua intuição, por maior que ela seja, terão que fundamentar-se numa informação de qualidade e oportuna que deverá reduzir a complexidade da situação a níveis passíveis de compreensão.

Deste modo, é necessário conceber a informação como um recurso que tem de ser gerido integrado num Sistema de Informação (SI).

O Sistema de Informação realiza a sua função integrando três componentes inter-relacionados: *hardware*, *software*, *peopleware*. O *hardware* envolve os componentes físicos (computador e periféricos); o *software* é constituído pelo programa informático de base que permite o funcionamento do computador e o programa informático aplicacional que permite o tratamento dos dados para os transformar em informação; o *peopleware* é constituído pelas pessoas que, devidamente organizadas e segundo processos bem definidos intervêm na recolha, preparação, validação, processamento e distribuição do Produto Final que é a Informação, conforme a figura 10.

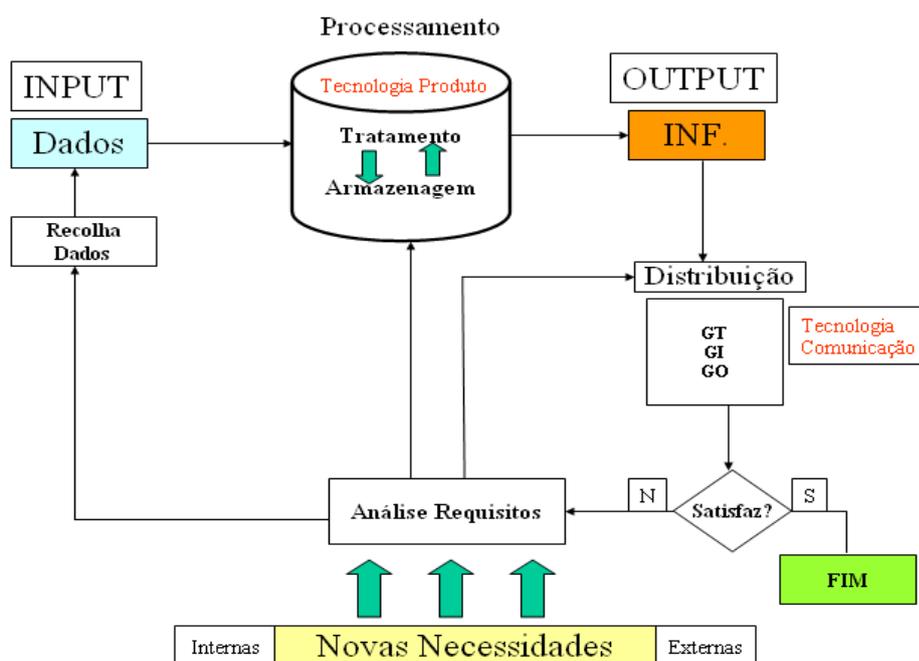


Figura 10: Funcionamento de um SI. Fonte: Elaboração própria.

O SI tem como objectivo apoiar a política global da empresa, tornando mais eficiente a criação e distribuição de informação necessária aos diferentes níveis da gestão, ajudando na formação da imagem da organização, no conhecimento do seu projecto, produtos / serviços, contribuindo ainda para o estabelecimento de uma estratégia de comunicação interna e com os seus *stakeholders* (clientes, fornecedores e accionistas).

De acordo com Serrão (2006) o enquadramento organizacional do SI apresenta-se de acordo com a figura 11.

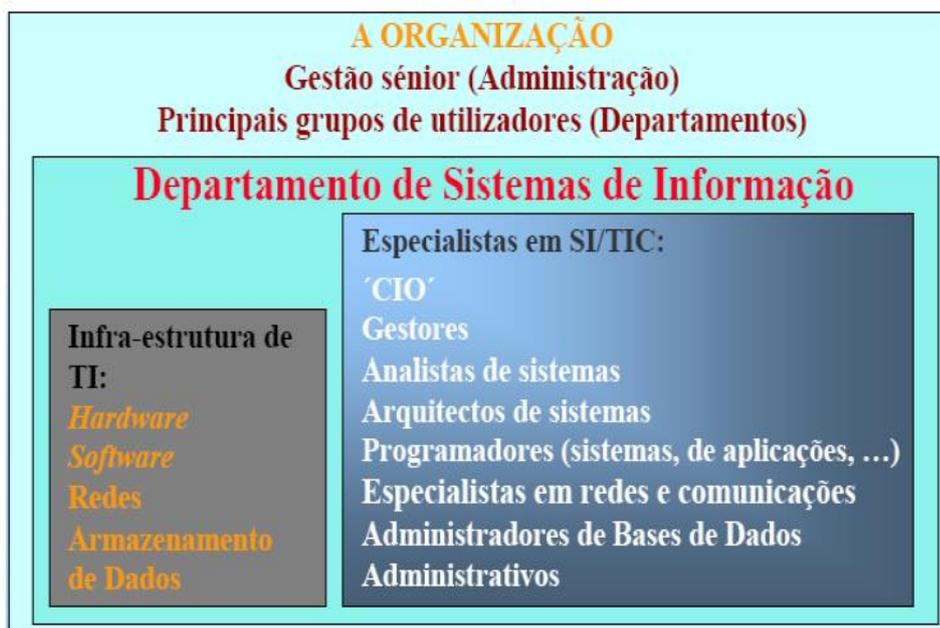


Figura 11: Enquadramento Organizacional do SI. Fonte: Serrão (2006).

1.3.1.5 Implantação de um Sistema de Informação (SI)

A qualidade da tomada de decisão aos diferentes níveis hierárquicos da empresa (a nível estratégico ou operacional), assim como a interactividade interna e externa (clientes e fornecedores) depende em grande medida das informações que estão disponíveis, da sua coerência e da facilidade de acesso às mesmas.

As informações imprecisas, desconstruídas e desactualizadas irão afectar de modo muito negativo todo o SI desacreditando-o e, por isso, tornando-o inútil.

Deste modo, uma boa implantação do SI reveste-se de uma importância capital para o seu sucesso.

Antes de se implantar qualquer sistema desta natureza é de importância relevante proceder a uma análise que determine correctamente qual é o ponto de partida (nível de organização da empresa e de predisposição para a mudança) e qual será o ponto de chegada, isto é, quais são os objectivos que se pretendem alcançar.

Nesta perspectiva é também importante ter uma ideia do modo como se vão utilizar as TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) para evitar que se corram riscos desnecessários, pois a utilização crescente das TIC, ao mesmo tempo que aumenta a capacidade das organizações em obter, manter ou ganhar vantagens competitivas, também eleva os riscos de gestão inerentes a qualquer tipo de decisão e acção.

É ainda de ter em atenção que na utilização de ferramentas computacionais e métodos para gerar informação é de extrema importância a integração entre os diferentes sistemas, de modo que uma mesma informação se revele igual para todos os utilizadores do sistema. Essas informações assim poderão reduzir o custo da produção, diminuir o tempo de resposta ao mercado, agilizar ou incrementar as vendas.

Nesta análise é indispensável ter uma visão clara nos seguintes aspectos:

- **Estratégia:** em que se analisa o impacto em relação ao ambiente externo, incluindo aspectos relacionados com o posicionamento no mercado, percepção por parte do cliente e competitividade;
- **Necessidades de Informação:** onde são analisados os aspectos relativos às necessidades de informação da organização para a sua boa estruturação, coordenação operacional e resposta às solicitações externas;
- **Qualidade dos Dados:** torna-se indispensável garantir a qualidade dos dados no SI, sendo para isso necessário criar procedimentos rigorosos da sua validação prévia antes de serem introduzidos no sistema;
- **Impacto Económico:** onde são analisados os aspectos relacionados com a redução de custos, melhorias de produtividade e eficiência, ganho financeiros e outros que se possam obter;
- **Preparação da organização:** onde se analisa a capacidade da organização (incluindo a motivação) para assumir novos procedimentos e acomodar a evolução tecnológica e se determina a formação necessária dos colaboradores;

- Planeamento de implementação: onde se definem datas que devem ser realistas, desejavelmente por fases;
- Chefia, Responsabilidade e Envolvimento: onde se define quem é o responsável pelo projecto e onde se afirma claramente o empenho total de todas as chefias, incluindo as de mais alto nível da hierarquia;
- Obstáculos à Implementação do SI: como qualquer processo de mudança de uma organização a implantação do SI gerará alguns incómodos que se podem transformar em obstáculos na sua implantação (inércia e perda de pequenos poderes de alguns colaboradores no interior da organização).

1.3.1.6 A Tomada de Decisão

A Tomada de Decisão implica fazer a análise de uma situação ou problema e identificar as possíveis acções, a sua avaliação e a escolha do caminho a seguir.

Raramente numa decisão se trata de escolher entre o que está certo e o que está errado.

Na maioria das vezes, é uma escolha entre o quase certo e o provavelmente errado. Por outro lado, existe uma contracção do tempo para a Tomada de Decisão; isto é, não temos tempo para ponderar.

É assim muito importante garantir que o Sistema de Informação tenha a capacidade para gerar, armazenar e actualizar em tempo oportuno uma informação de qualidade para apoio à Tomada de Decisão.

A informação deverá assim ser Pertinente, Oportuna, Exacta, capaz de Reduzir a Incerteza, constituir um Elemento de Surpresa e estar Acessível.

A figura 12 revela o enquadramento para a Tomada de Decisão, onde observa a colocação do gestor na intersecção das três esferas (Estratégia, Tática e Logística).

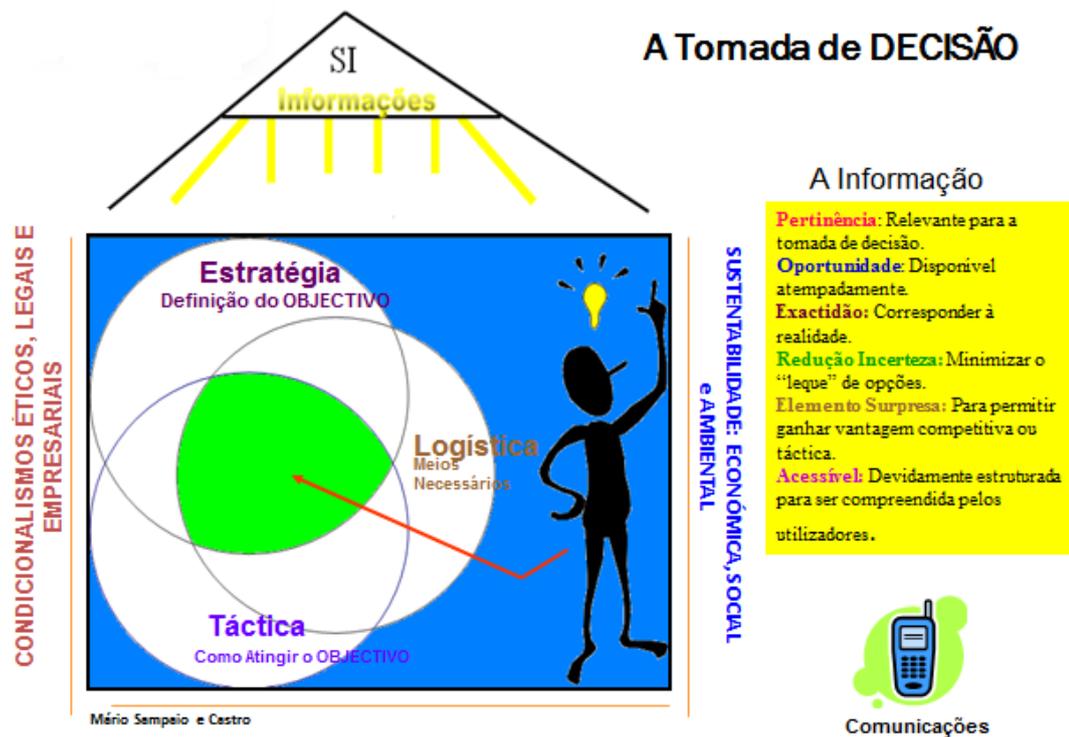


Figura 12: Enquadramento da Tomada de Decisão. Fonte: Elaboração própria.

1.3.2 O Sistema de Informação da Gestão da Manutenção

A complexidade e a quantidade de dados a processar e informação a disponibilizar na gestão da Manutenção moderna só pode ser realizada eficazmente e em tempo útil com apoio de um Sistema Informático.

Para Cabral (2006), um sistema de Gestão da Manutenção tem que ter em linha de conta dois aspectos essenciais:

- Intervir proactivamente na vertente técnica (cadastro de equipamentos, planeamento, emissão ordens de trabalho, registo histórico, gestão de stocks, estatística de avarias, relatórios de síntese, etc.) e apurar os custos que decorrem dessa intervenção;
- Como todos os sistemas de gestão exige o contributo empenhado e decisivo das pessoas e pressupõe um serviço de Manutenção devidamente organizado. A fiabilidade dos dados introduzidos no sistema deve ser garantida para que os resultados sejam credíveis.

Cuignet (2006), reforça a ideia de que a Gestão da Manutenção Assistida por Computador deve integrar as boas práticas e ser devidamente compreendida e explorada pelo pessoal envolvido, devidamente formado. Ainda segundo este autor o sistema deve englobar as funções de planificação e acompanhamento dos recursos humanos, gestão da manutenção preventiva, gestão dos registos históricos, gestão dos métodos de manutenção, gestão financeira e relatórios de exploração operacionais.

Como qualquer outro sistema informático o sistema de Gestão da Manutenção envolve a existência de *hardware* (computador servidor, terminais e periféricos) e o *software* que integra a Base de Dados e a aplicação que faz o processamento dos dados e gera a informação.

Na prática o *software* do Sistema de Informação para a Gestão da Manutenção pode ser um produto específico autónomo ou estar integrado como um módulo de uma plataforma global de gestão administrativa ERP (*Enterprise Resource Planning*).

Para Cabral (2006), na prática, constata-se que, dada a complexidade inerente à Gestão da Manutenção, que envolve para além dos dados financeiros para apuramento dos custos também os técnicos, os módulos integrados nos ERP ficam aquém das necessidades, apresentando algumas desvantagens (falta de flexibilidade e requisitos de introdução de dados pesados e complexos), sendo mais úteis as aplicações específicas autónomas. Todavia, poderá ser importante garantir a possibilidade de transferência de informação entre os dois sistemas.

Tipicamente o *software* que compõe o SI para a Gestão da Manutenção integra, conforme indicado na figura 13, os seguintes módulos específicos:

- Equipamentos: onde se regista o BI do equipamento, nomeadamente características técnicas, catálogos/desenhos/informação técnica, localização, custo de aquisição, fornecedor, etc;
- Planeamento: onde se calendariza no tempo as intervenções de manutenção de carácter preventivo, gerando-se todas as intervenções com base nas periodicidades definidas;

- Ordens de Trabalho: onde se geram os documentos de intervenção designados por Ordens de Trabalho (OT) que são distribuídas aos técnicos;
- Histórico: onde se regista o histórico de todas as intervenções de manutenção, através dos dados recolhidos nos relatórios efectuados pelos técnicos (data/hora início e fim da intervenção, pessoal interveniente, sobressalentes/materiais consumidos, medições e controlo, etc.);
- Gestão de Stocks: através do qual se gerem os materiais existentes no armazém da Manutenção (entradas, saídas, ponto de encomenda, etc.);
- Relatórios: através do qual é possível obter saídas de informação técnica e administrativa devidamente organizada (custos de intervenção) para permitir o controlo e a tomada de decisão.

Um fluxograma da Gestão da Manutenção com apoio Informático, incluindo os módulos referidos, pode apresentar-se conforme a figura 13.

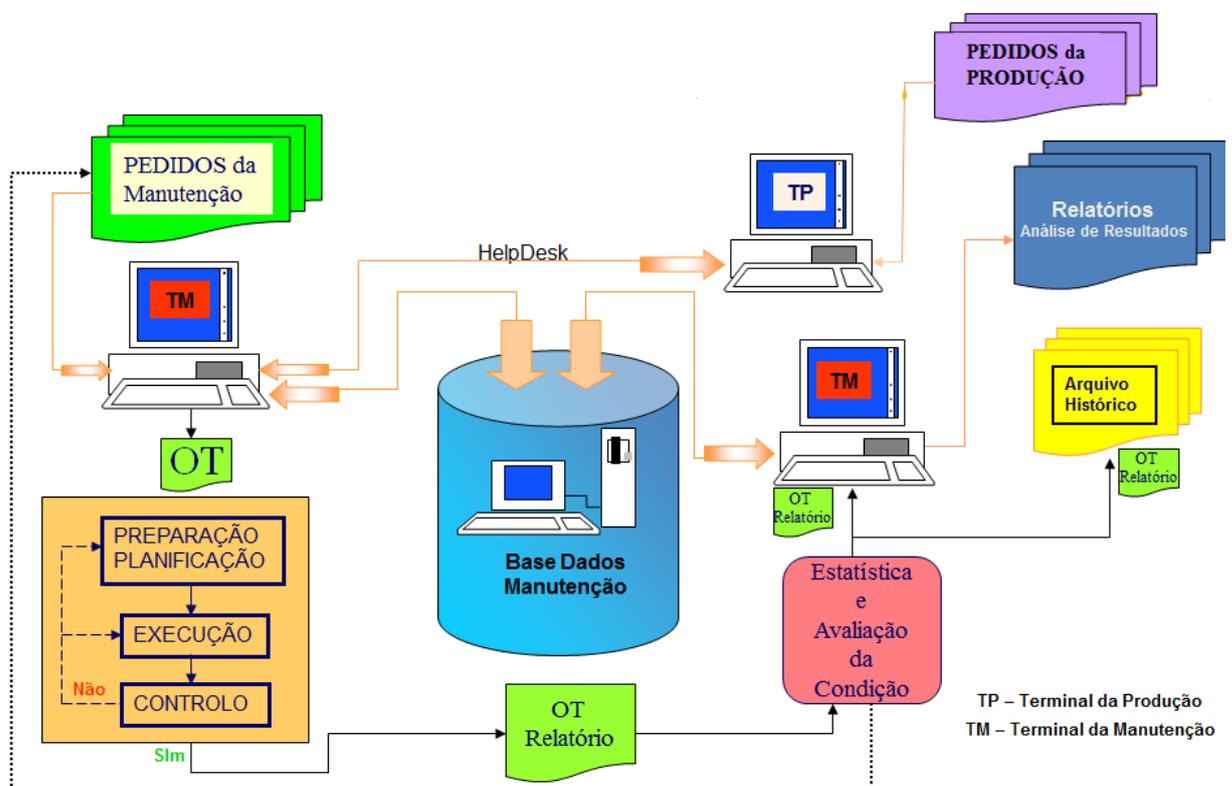


Figura 13: Fluxograma possível da Gestão da Manutenção com Apoio Informático.
Fonte: Elaboração própria.

1.4 - Manutenção Condicionada

Já enfatizámos que a missão da Manutenção é garantir a função dos equipamentos e sistema de uma instalação, de modo a responder aos requisitos de um processo de produção e à preservação do meio ambiente, com fiabilidade, segurança e a custos adequados. Por exemplo, num simples caso de uma lâmpada a missão da Manutenção não é manter a lâmpada (equipamento) mas sim a função do equipamento (iluminação).

Quando um equipamento deixa de desempenhar a sua função de modo não previsto temos de admitir que, em grande medida, a Manutenção falhou.

As avarias, com excepção das de colapso súbito, felizmente poucas, são antecedidas de sinais e sintomas que podem e devem ser detectados e tratados atempadamente. É usual representar-se este facto pela figura do *iceberg*, conforme figura 14.

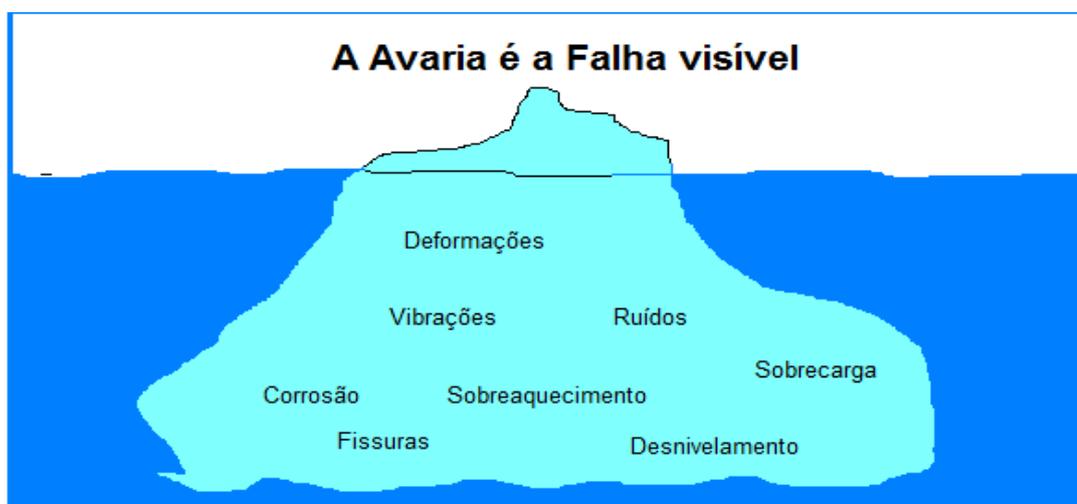


Figura 14: O *iceberg* da avaria. Fonte: Cabral (2006), adaptada.

É assim lógico pensar que, se de algum modo forem desenvolvidas tecnologias que nos permitam, à semelhança do utilizado na medicina preventiva humana, detectar os sinais ou sintomas de uma possível (doença) avaria, seja possível actuar preventivamente para, em segurança e em tempo oportuno, actuarmos para a evitar.

Tal como afirma Cabral (2006), a manutenção condicionada é uma abordagem à manutenção preventiva em que a intervenção no equipamento se faz baseada no conhecimento real (o mais aproximadamente possível) do seu estado de condição.

Este processo envolve a determinação dos parâmetros de funcionamento e desgaste a enquadrar para, através deles, ser possível elaborar um “quadro clínico” do equipamento ou sistema e assim definir o seu estado de condição.

Como sequência lógica os valores obtidos para esses parâmetros são comparados com os valores de referência, obtidos a partir do fabricante ou de Normas estabelecidas, por exemplo Normas ISO, para se definir o estado de condição, num método muito semelhante ao utilizado na medicina humana.

De igual modo, estes dados obtidos para os diferentes parâmetros de acompanhamento de condição podem ser extrapolados no tempo e assim obter-se uma aproximação à evolução, num futuro próximo, do referido quadro clínico do equipamento (Manutenção Preditiva).

Para Pinto (2001) tem-se, deste modo, uma mudança importante de paradigma:

- Paradigma do passado: o homem da manutenção sente-se bem quando executa uma boa reparação;
- Paradigma moderno: o homem da manutenção sente-se bem quando, evitando a necessidade de trabalho, evita a avaria;
- Paradigma do futuro: o homem da manutenção sente-se bem quando evitar todas as avarias não previstas.

Um programa de monitorização da condição torna-se assim muito importante, sempre que o tempo de pré-aviso dos problemas na máquina é vital para a estratégia da manutenção.

Para Cabral (2006), a manutenção condicionada apresenta as vantagens económicas, técnicas e de segurança seguintes:

Vantagens Económicas:

- Ganhos por redução de perdas de produção;
- Ganhos por redução de custos de manutenção.

Vantagens Técnicas e de Segurança:

- Aumento da disponibilidade operacional dos equipamentos/sistemas;
- Maior eficiência na condução das instalações, regulando a carga em função das necessidades da produção;
- Melhor previsão dos materiais e sobressalentes que vão ser utilizados, possibilitando efectuar as respectivas encomendas atempadamente;
- Melhor preparação das intervenções de manutenção;
- Aumento de segurança da operação do equipamento/sistema.

Tal como já indicado acima, a Manutenção Condicionada e Preditiva pressupõe a utilização de algumas tecnologias próprias, de modo a que se possam detectar os referidos sinais e sintomas que permitem elaborar o dito quadro clínico do equipamento ou sistema, assim como saber da sua evolução no tempo, de modo a que as intervenções de manutenção Preventiva se realizem no momento mais adequado (técnica e economicamente), antes da ocorrência da avaria.

As tecnologias mais utilizadas para o acompanhamento de condição são:

- Análise de vibrações mecânicas;
- Termografia;
- Análise de Redes Eléctricas;
- Análise dos Parâmetros de Funcionamento e Desgaste;
- Medições ultrasónicas (nomeadamente de caudal, entre outras);
- Análise de lubrificantes em serviço (análises físico-químicas, análise de partículas de desgaste, espectrometria, ferrografia);
- Inspeção visual preparada (nomeadamente endoscopia com ou sem registo de imagem, etc.).

1.4.1 - Vibrações Mecânicas e Termografia

Sintetiza-se os conceitos subjacentes a estas duas tecnologias de acompanhamento de condição, pois são estas que constituem a base principal de um plano de manutenção condicionada.

1.4.1.1 - Vibrações Mecânicas

As vibrações mecânicas são um dos parâmetros de operação mais adequados para determinar as condições de funcionamento de um equipamento mecânico.

Efectivamente um equipamento mecânico é composto de vários órgãos que ao moverem-se provocam vibrações.

Segundo Craveiro, Seabra, Silva, Ferreira e Nunes (1994), as situações como desequilíbrio, estabilidade de chumaceiras, desalinhamento, folgas exageradas e desapertos, defeitos em rolamentos e rodas dentadas, etc., produzem comportamentos dinâmicos típicos passíveis de interpretação (detecção de possível anomalia através da análise do espectro de vibração), para além de contribuírem para elevar o nível de vibração do equipamento mecânico.

A fig. 15 mostra um exemplo de vários espectros em cascata de uma bomba.

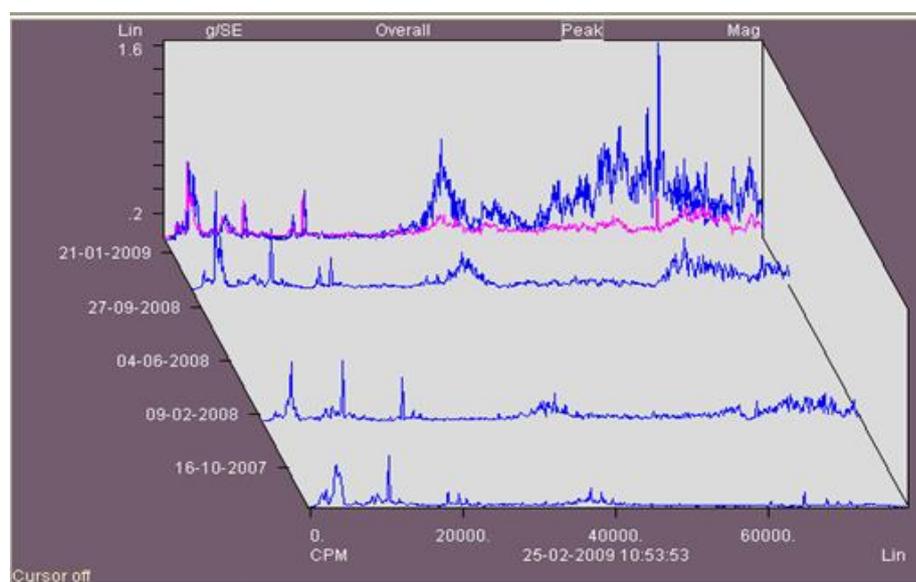


Figura 15: Exemplo de vários espectros em cascata de vibração de uma bomba.
Fonte: Elaboração própria.

Para a utilização desta tecnologia é necessário:

- Equipamento com sensor (medidor de vibrações) para captar a energia vibratória emitida pelo equipamento;

- *Software* específico para tratamento dos dados recolhidos através do sensor (analisar os espectros de vibração) e emissão de Relatórios;
- *Hardware* (computador) para suportar a Base de Dados de Vibrometria e onde corre o software específico de tratamento de dados;
- Técnico com formação específica em vibrometria e devidamente treinado;
- Definição dos níveis de vibração: normal, alarme e limite de paragem.

Esta tecnologia pressupõe assim uma metodologia para a preparação, recolha e tratamento dos dados de vibrometria, que irão permitir definir um estado de condição do equipamento mecânico num dado momento. Se for realizada a monitorização das vibrações medidas periodicamente é possível saber da tendência de evolução e, por extrapolação (com os devidos cuidados), ter uma aproximação à data em que se irá atingir o limite de alarme.

A partir deste primeiro patamar as inspecções para recolha de dados de vibração terão uma maior frequência, devendo o equipamento ser parado quando se atingir o patamar de limite de paragem, conforme pode ser visualizado na figura 16.

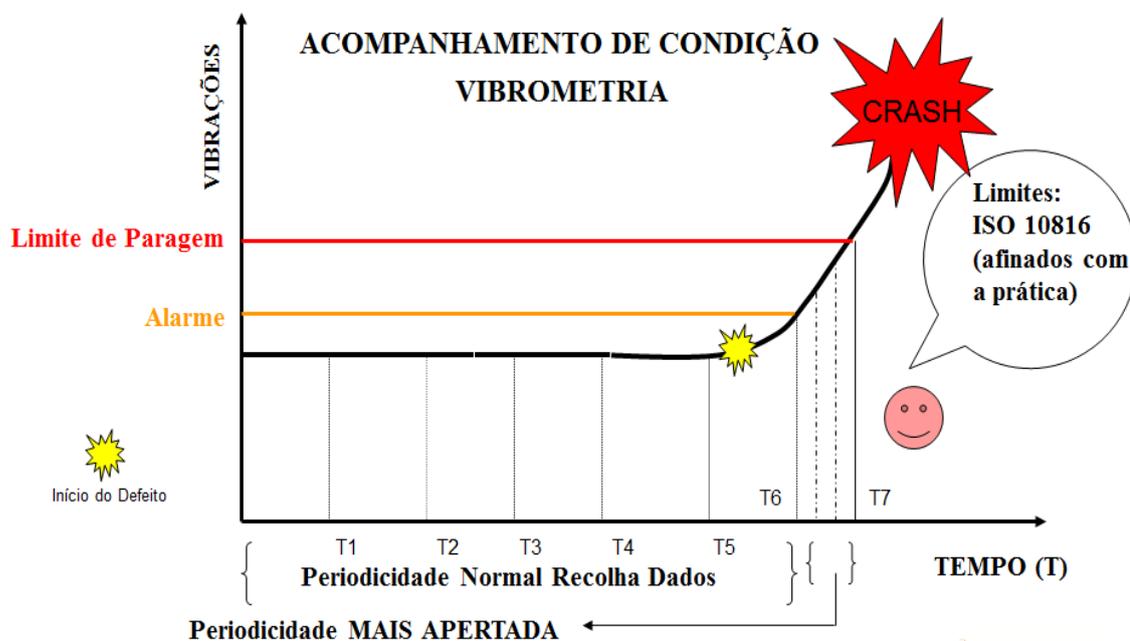


Figura 16: Acompanhamento de Condição por Vibrometria. Fonte: Craveiro *et al.* (1994), adaptada.

Para Cabral (2006), esta tecnologia é particularmente eficaz para determinação do estado de condição de equipamentos mecânicos rotativos, nomeadamente bombas,

compressores, ventiladores e extractores, etc., por determinação de vibrações no motor eléctrico de accionamento e no equipamento accionado (bomba, compressor, ventilador, extractor, etc.), sendo possível identificar (para técnicos experientes) o componente ou componentes que estão a funcionar defeituosamente.

O processo de análise de vibrações numa máquina consiste de quatro etapas, todas críticas para o sucesso, como indicado na figura 17 e explicadas a seguir.

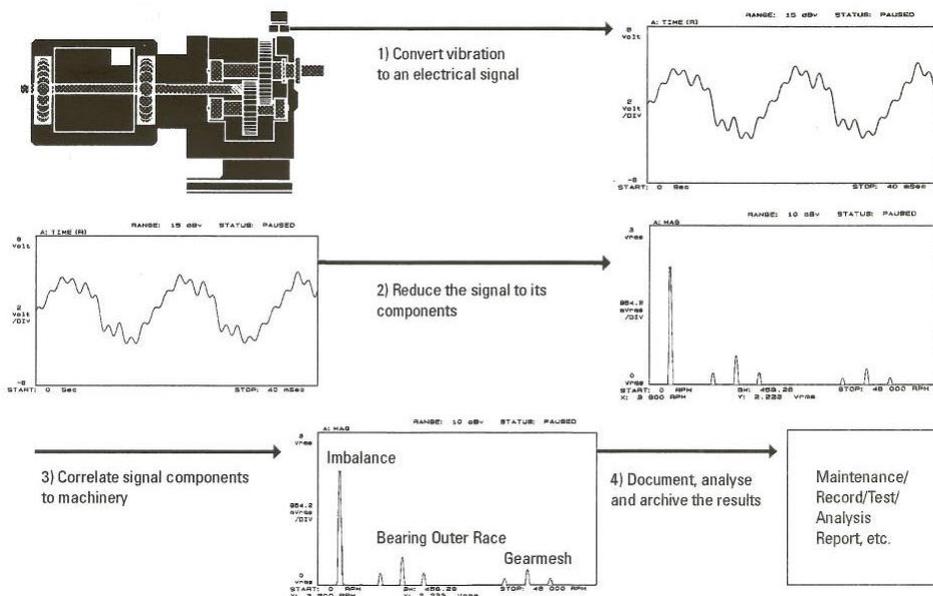


Figura 17: Etapas do processamento da análise de vibrações. Fonte: Hewlett Packard (1994).

As quatro etapas são: (1) Converter a vibração num sinal eléctrico (transdutor), (2) Reduzir o sinal nos seus componentes (amplitude e frequência), (3) Correlacionar os componentes do sinal com os órgãos da máquina, (4) Analisar e elaborar o Relatório.

A análise de vibrações mecânicas é uma técnica não invasiva que permite recolher informação importante sobre a forma como está a funcionar um equipamento mecânico. Segundo Cabral (2006), o equipamento de medida deve ser portátil e poder medir a amplitude das vibrações à velocidade de rotação, assim como as suas harmónicas para detectar desequilíbrios, desalinhamentos, veios empenados, folgas e desapertos. Em simultâneo, deve medir as amplitudes das vibrações a frequências superiores a 1 kHz, para detectar o início de deterioração dos rolamentos. As

primeiras devem ser feitas em velocidade eficaz e as segundas (frequências superiores a 1 kHz) em aceleração, para maior sensibilidade da técnica.

1.4.1.2 - Termografia

Todos os corpos com temperaturas superiores a 0 absoluto (-273 °C) emitem radiação infravermelha. Este efeito natural tem a sua origem numa agitação térmica das moléculas do objecto.

Uma vez que as moléculas possuem cargas eléctricas, as oscilações das mesmas dão origem a uma radiação de energia electromagnética. A quantidade de radiação infravermelha emitida por um objecto está directamente relacionada com a sua temperatura.

Segundo Cabral (2006), a termografia é uma técnica que utiliza um instrumento (câmara termográfica) que permite visualizar e medir a energia infravermelha (calor) emitida pelos equipamentos.

Conceitos Básicos em Termografia:

Corpo Negro: objecto capaz de absorver toda a radiação que incide sobre ele em qualquer comprimento de onda. Nenhuma superfície emite mais radiação IR que um corpo negro à mesma temperatura;

Corpo Real: as suas superfícies só são capazes de emitir uma determinada parte da energia. O parâmetro que determina a capacidade de emissão é a emissividade (ϵ);

Emissividade (ϵ): característica indicativa da capacidade de um corpo para emitir energia;

Reflectividade (ρ): característica indicativa da capacidade de um corpo para reflectir energia;

Transmissividade (τ): característica indicativa da capacidade de um corpo para transmitir energia;

Absorvidade (α): característica indicativa da capacidade de um corpo para absorver energia;

A reflectividade (ρ) e a transmissividade (τ) são conceitos associados à natureza do objecto (opaco ou translúcido) e às condições atmosféricas na zona entre sensor e objecto, conforme indicado na figura 18.

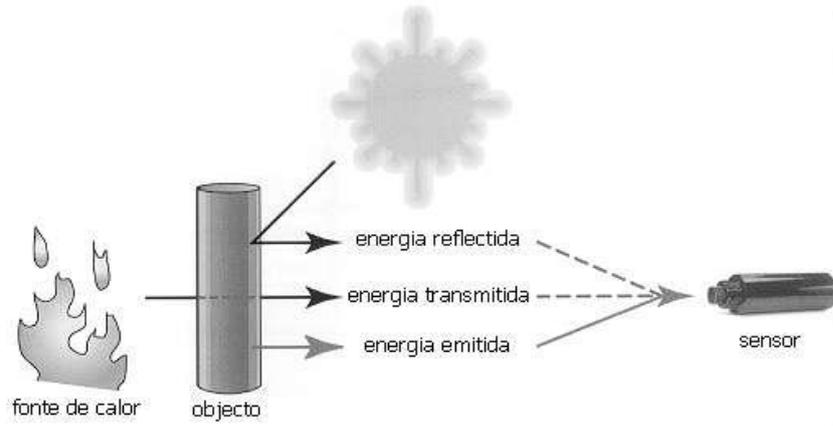


Figura 18: Exemplificação do comportamento da trajetória da energia desde o objecto até ao sensor da Câmara de IR. Fonte: Afonso (2010).

Um corpo negro possui uma emissividade (ε) = 1, um corpo cinzento possui emissividade constante porém (ε) < 1 e um corpo não cinzento possui emissividade que varia ao longo de diferentes comprimentos de onda, mas que não varia consoante a temperatura.

Num corpo não negro, uma parte da radiação total incidente é absorvida e, por conservação de energia, a restante é reflectida (ρ) na superfície e transmitida (τ) através do corpo ($\varepsilon + \rho + \tau = 1$).

No campo de aplicação da termografia as superfícies são na maioria das vezes opacas ao IR ($\tau = 0$) e a sua capacidade emissiva é constante (para T e λ considerados) e menor que 1, assim temos:

Corpo Negro: $\varepsilon = 1, \rho = \tau = 0$

Corpo Cinzento: $\varepsilon + \rho = 1$

Corpo Transparente: $\tau = 1, \rho = \varepsilon = 0$

Espelho Perfeito: $\rho = 1, \varepsilon = \tau = 0$

Um corpo real tem uma emissão dada pela Lei de *Stefan-Boltzmann* :

$$W = \sigma \varepsilon T^4$$

W= Potencia radiante [W/m²]

σ = Constante de *Stefan-Boltzmann* [5,7x10⁻⁸ W/K⁴m²]

T = Temperatura absoluta [K]

ε = Emissividade

A figura 19 mostra, em esquema, o método prático de inspeção para recolha, tratamento de imagem (termograma) e elaboração do respectivo relatório de inspeção.

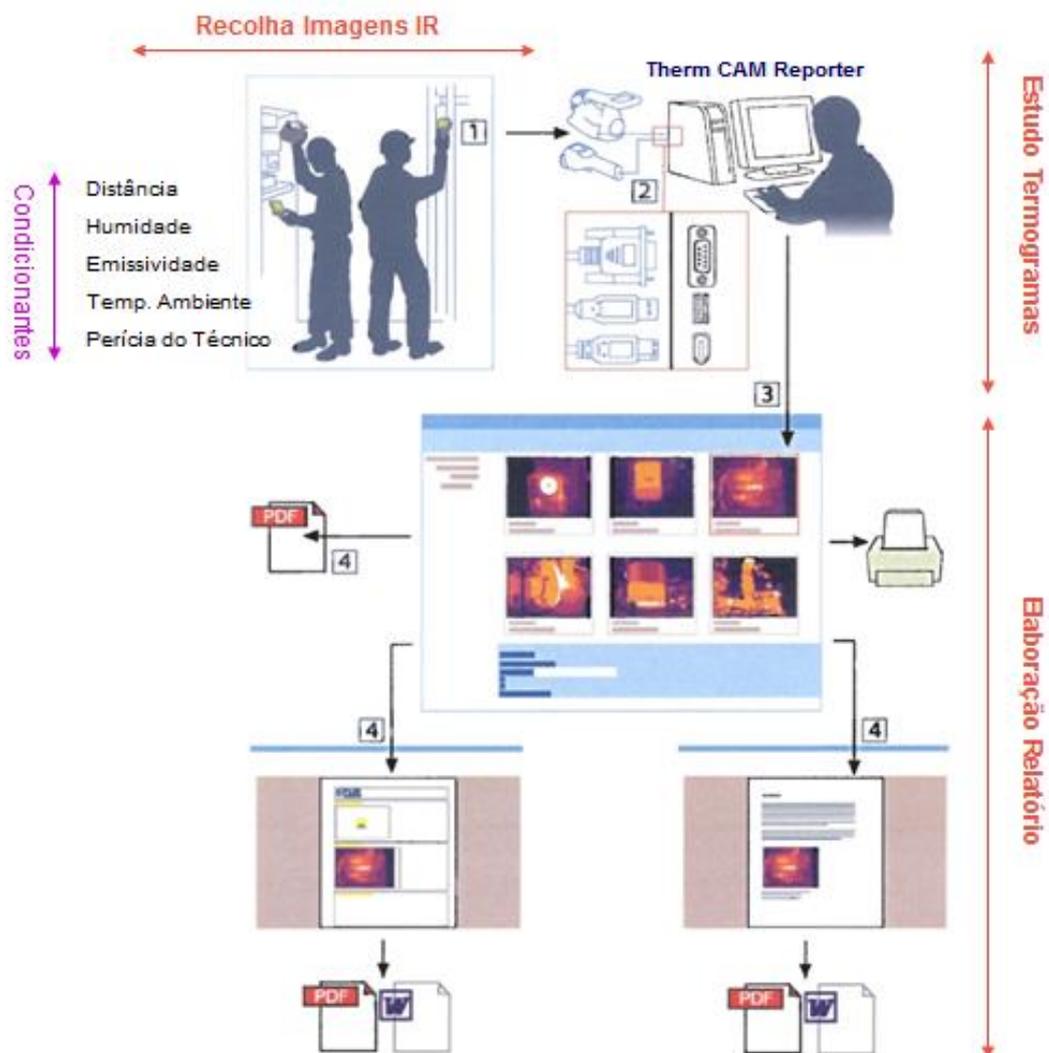


Figura 19: Método de Inspeção de Termografia. Fonte: *Flir Systems* (2004), adaptado.

Exemplos de Emissividades podem ser observados no quadro 1.

Quadro 1: Emissividades típicas de alguns materiais.

Material	Apresentação/Acabamento	Emissividade
Aço inoxidável	Folha, polido	0,14
Cobre	Oxidado	0,6 – 0,7
Ferro e aço	Oxidado	0,74
Tinta	Óleo, cinzento brilhante	0,96

Fonte: *Flir Systems* (2004), adaptado.

Para a utilização desta tecnologia é necessário:

- Equipamento com sensor óptico adequado integrado numa câmara termográfica para captar a energia infravermelha emitida pelo equipamento;
- *Software* específico para tratamento dos dados recolhidos através do sensor óptico e emissão de Relatórios;
- *Hardware* (computador) para suportar a Base de Dados de Termografia e para “correr” o software específico de tratamento de dados;
- Técnico com formação específica em termografia e devidamente treinado;
- Definição dos limites de temperatura de funcionamento para os diferentes tipos de equipamento.

A termografia é uma técnica não invasiva muito útil para a determinação de uma temperatura num objecto, sem necessidade de estar em contacto directo ou indirecto com o mesmo. Esta característica torna-a especialmente indicada na inspecção de sistemas eléctricos (alta, média e baixa tensão), porquanto detecta diferenças de temperatura que permitem interpretar possíveis causas de avaria próxima.

É igualmente muito útil para detectar fugas de calor nos isolamentos térmicos das tubagens e equipamentos, infiltrações em paredes, tectos de habitações, coberturas de edifícios, etc.

Uma câmara de infravermelhos mede e reproduz em imagens a radiação de infravermelhos, emitida pelos objectos. O facto de a radiação resultar da temperatura de superfície do objecto, possibilita que a câmara calcule e mostre essa temperatura.

A figura 20 mostra dois termogramas de uma inspecção de termografia, Situação Inicial e Situação Final, após correcção da anomalia.

TERMOGRAFIA

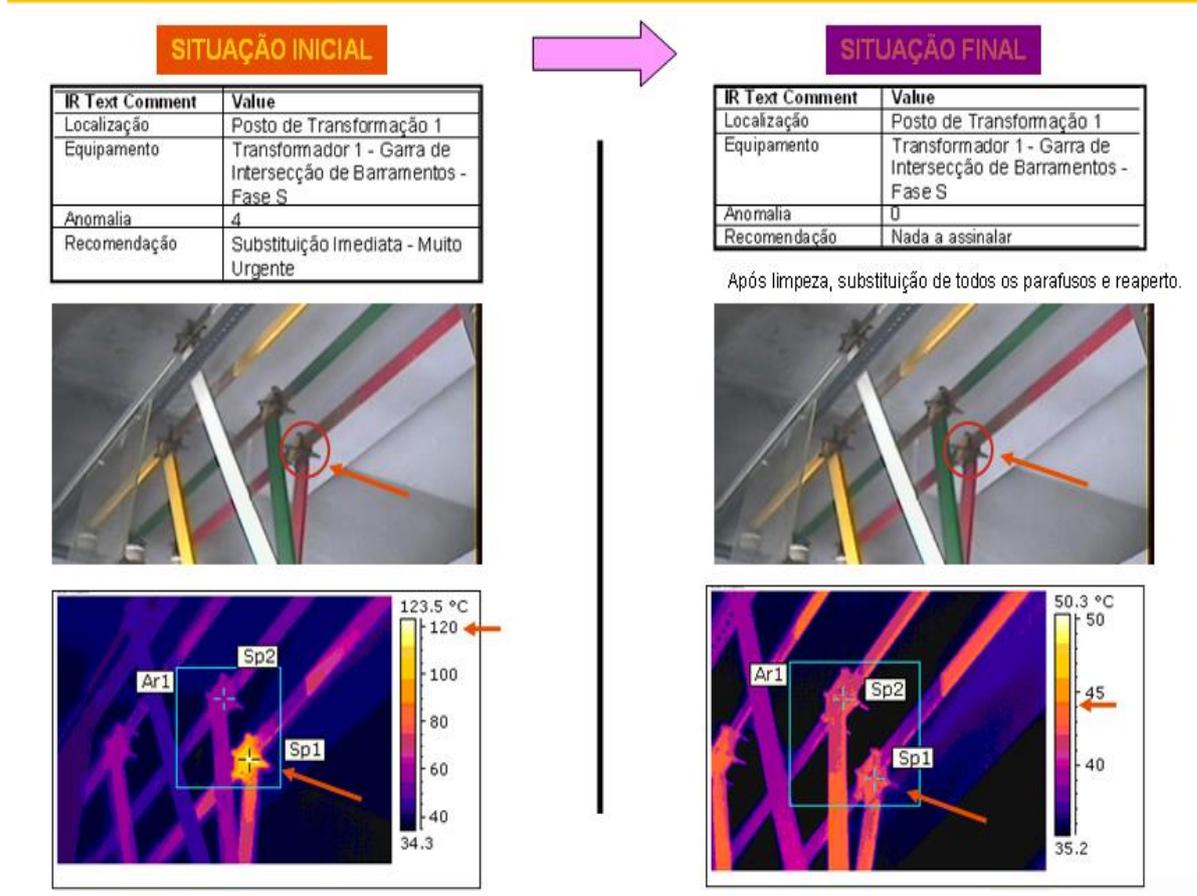


Figura 20: Termogramas de Inspeção de Termografia ao barramento de um Posto de Transformação. Fonte: Elaboração própria.

No caso indicado na figura 20 verifica-se a existência de uma temperatura elevada, cerca de 120°C, na garra de intersecção do barramento de ligação à Fase S. Após a intervenção recomendada (limpeza, substituição dos parafusos e reaperto) o novo termograma efectuado (lado direito da figura) evidencia que a temperatura baixou para um valor de cerca de 45°C, considerado como normal.

Capítulo 2. Gestão da Manutenção e Competitividade

2.1 Gestão Global

A Gestão da Manutenção, conforme já anteriormente indicado, deve estar integrada na Gestão Global da empresa e alinhada com os seus objectivos.

A Gestão Global pressupõe a existência de três conceitos básicos: Estratégia, Tática e Logística.

É através da definição da Estratégia que a Gestão de Topo da empresa, tendo em atenção os condicionalismos éticos, legais e empresariais, assim como a situação da empresa e da sua concorrência, aponta o Objectivo Central a atingir e que deverá garantir a sua Sustentabilidade (económica, social e ambiental). Este Objectivo Central será desmultiplicado na definição dos objectivos sectoriais para cada nível de gestão (Objectivos Sectoriais).

Para Armstrong (2005), a definição da estratégia implica pensar criativamente acerca do rumo que se acredita que a organização deve tomar. Trata-se de uma visão a longo prazo daquilo que terá de acontecer no futuro para se garantir o sucesso continuado e sustentável da empresa.

Definida a Estratégia (Objectivo Central) é necessário definir a Tática, ou seja como é que se vão atingir os objectivos definidos (organização, métodos, procedimentos, etc.).

Atingir os objectivos pressupõe ainda, para além da Tática (como chegar lá), também a Logística, ou seja, quais os meios (RH – Recursos Humanos, RT- Recursos Técnicos, RF - Recursos Financeiros) que são necessários. Ainda neste âmbito da Logística deveremos integrar as Informações (internas e externas) indispensáveis a uma Tomada de Decisão contextualizada no ambiente geral onde a empresa está envolvida.

Deste modo e sinteticamente podemos dizer que Gerir é definir objectivos e concretiza-los com os meios disponíveis, seguindo os princípios básicos da gestão.

Os seis princípios básicos (ou acções) referidos são:

- Organizar: escolher e preparar os meios (humanos, técnicos e financeiros), definindo igualmente as hierarquias e as regras de actuação;
- Planear: definir as actividades a realizar, estabelecendo a sua relação antecedente – consequente numa fita de tempo (Método CPM);
- Controlar: vigiar o cumprimento das regras de actuação e a evolução do Planeamento, detectando as deficiências e os desvios;
- Dirigir: orientar, coordenar e corrigir os defeitos e desvios detectados;
- Comunicar: dar a conhecer, informar de modo claro os colaboradores do que pretende atingir e obter o seu *feedback*;
- Motivar: incentivar os colaboradores a empenharem-se fortemente no cumprimento das suas tarefas, focalizando-os no Objectivo a atingir.

A visão de conjunto destes conceitos, integrando a Manutenção, pode ser observada no Fluxograma da figura 21, onde RH – Recursos Humanos, RT – Recursos Técnicos e RF – Recursos Financeiros.

GESTÃO GLOBAL DA EMPRESA

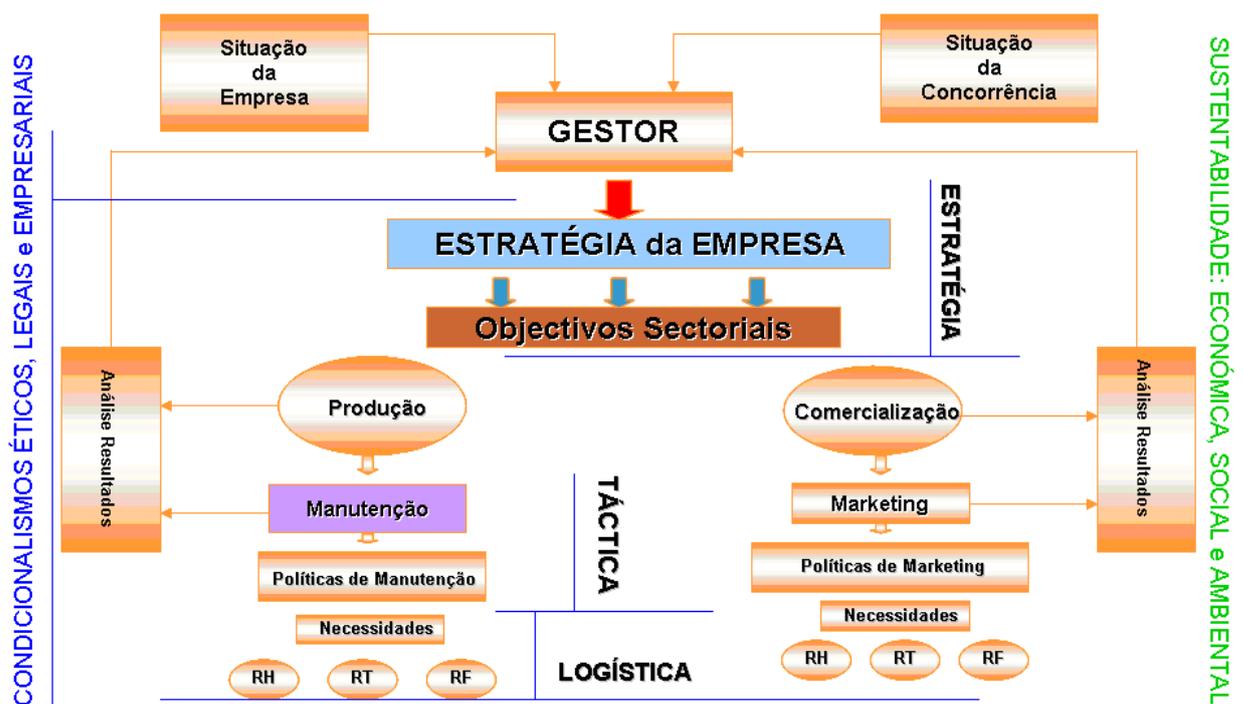


Figura 21: Fluxograma da Gestão Global da Empresa. Fonte: Elaboração própria.

No contexto do acima exposto, a posição do Gestor de Topo para abordar a problemática da Gestão deve estar na intersecção das esferas da Estratégia, Tática e Logística e ter em conta as Informações disponíveis, como podemos observar na figura 12, página 32.

2.2 Políticas de Manutenção – Uma Metodologia

Tendo em atenção o referido até aqui, o indicado na figura 13, página 34, e em síntese, coloca-se na prática o problema de definição das Políticas de Manutenção. Isto é, determinar as Políticas de Manutenção a adoptar para realizar da melhor forma com eficiência, eficácia e segurança a função Manutenção de uma Instalação. A resposta mais correcta é dizer que depende dessa Instalação, cada caso é um caso, exige estudo, ponderação e alinhamento com os objectivos traçados para a Produção.

Existe, ainda assim, um denominador comum aceite pelos especialistas nestes assuntos que é o facto de que prevalecem as Políticas de Manutenção Preventiva sobre as de carácter Correctivo, devendo a base ser de natureza preventiva complementada com a correctiva.

Uma Metodologia possível para abordar esta questão é como segue:

- 1º - Estudar o Plano de Produção;
- 2º - Determinar o (s) Sistema (s) / Equipamento (s) Crítico (s) da Instalação, tendo em atenção a Segurança das Pessoas e da Instalação, assim como as consequências para o Processo de Produção, nomeadamente as penalizações e custos da não produção;
- 3º - Determinar os componentes críticos de cada Sistema / Equipamento Crítico, tendo em consideração a logística do seu fornecimento;
- 4º - Determinar se existe um processo alternativo de executar a função na emergência de falha do Sistema / Equipamento (caso exista, identificá-lo e testá-lo);
- 5º - Tomar conhecimento da experiência de outros utilizadores, pois na prática nem sempre se dispõe dos dados necessários para definir de modo mais rigoroso o tipo de manutenção a adoptar para um Sistema / Equipamento;

6º - Adotar as Políticas de Manutenção com os custos mais baixos para a Disponibilidade Operacional solicitada pela Produção;

7º - Definir os Indicadores de Gestão (Económicos e Técnicos), efectuar o Estudo Estatístico de Avarias e a Análise de Resultados;

8º - Monitorizar os resultados obtidos através dos diferentes Indicadores de Gestão e proceder à correcção do que se revelar menos eficaz ao longo da experiência adquirida (adaptação às realidades).

Cabe ainda aqui neste âmbito referir a indispensável interacção permanente entre a Produção e a Manutenção para se atingirem as metas definidas. Esta interacção pode consubstanciar-se no conceito de Manutenção Integrada.

Neste conceito constituem-se Equipas de Manutenção que são formadas por Operadores e por Técnicos de Manutenção.

Aos Operadores, devidamente formados, são atribuídas as funções de Inspeção de Funcionamento (*check-list*) e aos Técnicos de Manutenção as Inspeções de Lubrificação, Acompanhamento de Condição e Intervenções Técnicas (preventivas e correctivas).

Para a operacionalização deste conceito o Planeamento da Manutenção Preventiva (PMP) deve integrar Rotas, em que se definem as actividades de Inspeção de Funcionamento, Lubrificação e Acompanhamento de Condição (tecnologias de vibrometria, termografia, etc.).

Nas Rotas de Inspeção de Funcionamento, as tarefas em *check-list* baseiam-se fundamentalmente nos sentidos da visão, audição, olfacto e tacto do Operador. Trata-se de perceber a existência de ruídos incomuns, fugas, folgas, contaminações, etc. que podem ser facilmente detectados pelo Operador, pois ninguém melhor do que ele consegue sentir o bom ou mau funcionamento da máquina com que opera, após formação e treino conveniente.

Estas microfalhas, que podem vir a degenerar em avarias, serão comunicadas à Manutenção que as irá avaliar (definição de prioridades), intervindo depois tecnicamente para as corrigir no tempo certo.

Nas Rotas de Lubrificação contemplam-se os equipamentos mecânicos e electromecânicos com o lubrificante adequado (especificação e quantidade correctas). Esta assistência é vital para garantir o bom funcionamento, longevidade, segurança de funcionamento e economia no consumo de energia.

Nas Rotas de Acompanhamento de Condição procede-se à recolha de informação (processo e degradação) nos equipamentos previamente seleccionados, utilizando-se as diferentes tecnologias de acordo com o estabelecido, nomeadamente vibrometria, termografia, consumos eléctricos, resistência de isolamento, caudais, etc. Estas operações exigem, como já se referiu, Técnicos devidamente formados, equipamento de medida calibrado e, para algumas tecnologias, *softwares* específicos para o devido tratamento dos dados.

Uma possível metodologia para implantação da Manutenção Condicionada (Acompanhamento de Condição) numa Instalação envolve o seguinte:

- Estudo da Instalação e definição dos Critérios de Selecção dos Equipamentos que vão estar sujeitos ao Acompanhamento de Condição;
- Uma vez seleccionados os Equipamentos que vão ser seguidos no Acompanhamento de Condição, será necessário definir as Tecnologias (neste aspecto há que proceder no sentido de escolher as tecnologias que tenham uma aplicação mais universal possível) a utilizar para determinar o seu estado de condição e a sua monitorização;
- Segue-se a definição das Condições Padrão para recolha de dados (efectivamente só são comparáveis dados recolhidos sempre nas mesmas condições de funcionamento dos Equipamentos) e também quais são os limites de Alarme e Paragem;
- Na posse destes dados é necessário criar a Base de Dados nos respectivos *softwares* de tratamento de dados;
- No Planeamento da Manutenção Preventiva (PMP) devem ser definidas as Rotas (Percurso) e as Periodicidades da recolha de dados;

- Introdução dos dados na BD dos *softwares* específicos, efectuando-se a sua análise integrada com o histórico e determinada a respectiva evolução (análise de tendência). A evolução é confrontada com os Limites de Alarme e Paragem definidos;
- De posse de todos os dados é efectuado o estudo da situação de cada equipamento e obtida a informação para as Conclusões sobre o seu Estado de Condição;
- Finalmente é elaborado um Relatório do Estado de Condição do Equipamento onde se efectuam as Recomendações das acções de manutenção a desenvolver.

Com os dados obtidos através do Acompanhamento de Condição (dados referentes a parâmetros de funcionamento e desgaste) é sempre possível, através de uma função estatística, tentar encontrar a expressão que possa representar a evolução previsível desses parâmetros e, deste modo, fazer uma melhor previsão das eventuais intervenções a realizar, de modo a garantir a Disponibilidade Operacional solicitada pela Produção, com intervenções atempadas e a custos mais otimizados.

O conjunto de fases da Metodologia indicada para a implantação da Manutenção Condicionada está sintetizado no Fluxograma da figura 22.

Na figura 22 apresenta-se a tracejado fino o *feedback* que se pode obter a partir da Análise de Dados, Tendências e Conclusões

Esta informação de retorno é muito importante, pois permite efectuar correcções a montante no que concerne às tecnologias de acompanhamento de condição, definindo-as de um modo mais adequado às situações reais da instalação, assim como no que diz respeito aos equipamentos seleccionados e ainda aos critérios de selecção.

É assim muito importante neste processo ter a noção que se trata de uma acção que deve realizar-se proactivamente para optimização dos resultados.

METODOLOGIA IMPLANTAÇÃO MANUTENÇÃO CONDICIONADA

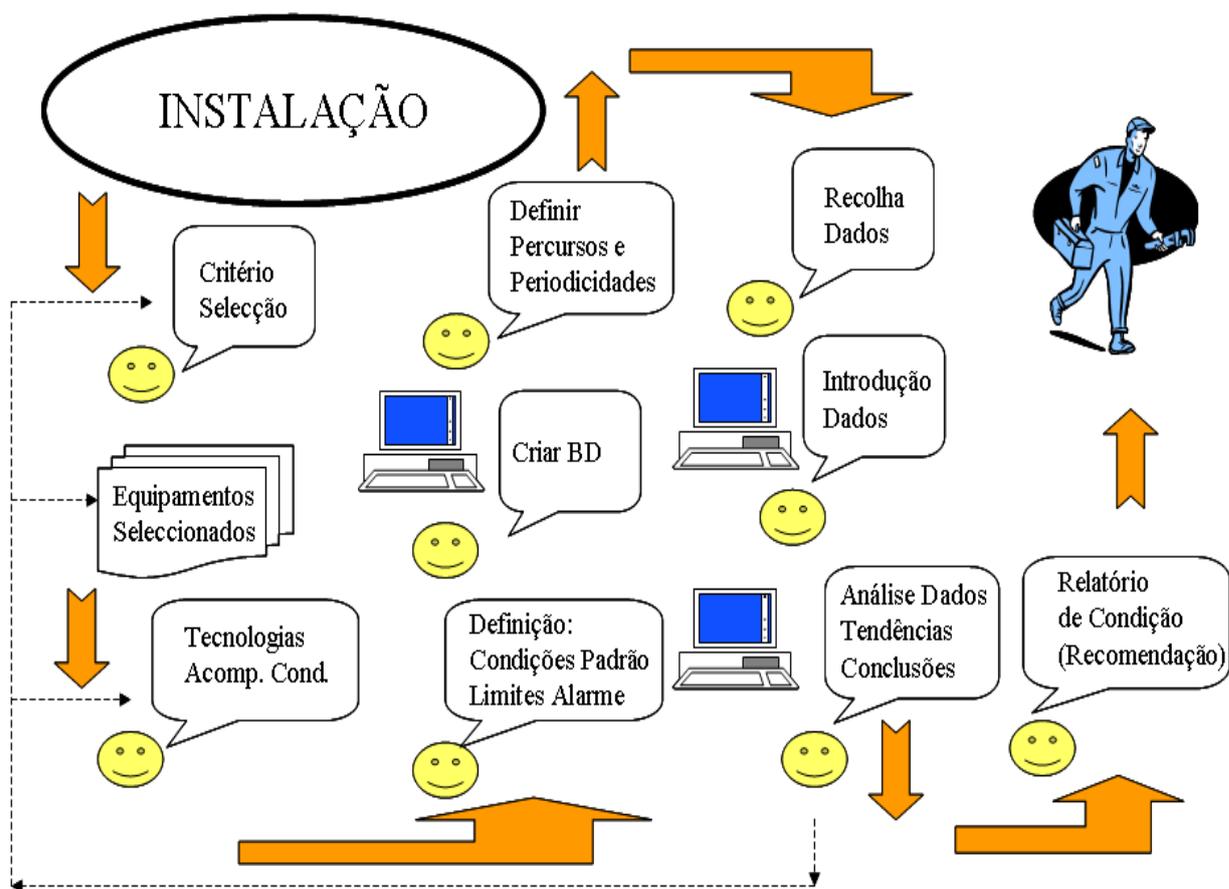


Figura 22: Metodologia de Implantação da Manutenção Condicionada. Fonte: Elaboração própria.

No conceito de Manutenção Integrada e na Equipa de Manutenção os Operadores melhorarão a Disponibilidade Operacionalidade e os Técnicos de Manutenção melhorarão a Fiabilidade. A focalização da Equipa de Manutenção está na eficácia e eficiência do desempenho dos Sistemas / Equipamentos da instalação.

2.3 Manutenção e Competitividade

Conforme já referido para se ser mais competitivo na Indústria é preciso ter em consideração o seguinte: Qualidade do Produto, Produtividade, Custo de Produção e Satisfação do Cliente.

Para Amaral (2009), competitividade é a capacidade das empresas para produzirem bens e serviços numa base sustentável de um modo mais eficiente que as suas

concorrentes, quer em termos dos “factores-preço” quer dos “não-preço” (factores de ordem qualitativa), produtos esses de acordo com as necessidades e os níveis de satisfação exigidos pelos Clientes.

Ainda o mesmo autor refere, em resumo, que a competitividade consiste em transformar ideias em produtos de uma forma melhor, mais rápida e mais barata que os concorrentes.

Entende-se assim que uma dada empresa será mais competitiva que outra sua concorrente se, de um modo sustentável, conseguir obter a preferência de compra dos seus produtos / serviços por parte dos Clientes.

Uma instalação de produção bem mantida, com um número muito reduzido de interrupções inadvertidas, possibilita maiores ritmos de produção, minimizando-se ainda as rejeições de produtos (defeitos de fabrico), os custos de produção, os consumos energéticos e o impacte ambiental.

Uma Manutenção eficiente e eficaz, de acordo com o acima indicado, possibilita uma maior garantia no cumprimento de prazos de entrega e na qualidade do produto, assim como um custo final de produção menor (atendendo a que o custo de produção é o somatório do custo das matérias primas com o custo de fabricação e o custo de manutenção), o que levará à satisfação do Cliente.

Conseguir um Cliente satisfeito de forma sustentável conduz à sua **Fidelização** e, conseqüentemente, a empresa que conseguir isto terá **Vantagens Competitivas** relativamente às suas concorrentes, conforme indicado na figura 23.

Na figura 23 sintetiza-se através de um fluxograma simples o raciocínio subjacente ao efeito que, do nosso ponto de vista, uma Manutenção realizada de modo eficaz e eficiente pode ter na relação entre o fabricante e o cliente, pelo que a gestão da Manutenção terá de ser olhada como um contributo muito importante e até como um factor diferenciador positivo para se conseguirem os melhores resultados na gestão global da empresa.

GESTÃO GLOBAL DA EMPRESA

A importância da Manutenção Industrial

Uma instalação bem mantida, com raras interrupções de funcionamento, possibilita maiores ritmos de produção, minimizando-se ainda as rejeições de produtos, os consumos energéticos e o impacte ambiental.



Figura 23: Importância da Gestão da Manutenção Industrial. Fonte: Elaboração própria.

A eficiência e eficácia da Manutenção conseguem-se grandemente através do conceito de Manutenção Condicionada (procedimentos de inspecção, detecção de avarias, recolha e tratamento de dados e controlo de intervenções) que melhora substancialmente a eficiência, a eficácia e a segurança de funcionamento das instalações de produção, através de um conjunto de vantagens que permitem:

- Afinar o Planeamento da Manutenção Preventiva Sistemática para integrar melhor o Planeamento da Manutenção com o Planeamento da Produção, evitando-se em grande medida as paragens intempestivas por necessidades de Manutenção;
- Definir com maior rigor o grau de profundidade das intervenções, isto é, saber se a intervenção de manutenção vai ser simples ou complexa e demorada, assim como uma aproximação ao custo previsível;
- Minimizar a possibilidade de ocorrência de avarias graves, através da sua detecção precoce, o que permite intervir por antecipação, corrigindo numa

fase inicial a deficiência e com isso conseguir reparações mais rápidas a custos menores;

- Saber com maior antecedência e rigor os sobressalentes e outros materiais que são necessários às intervenções, de modo a que se possa proceder atempadamente à sua aquisição e, com isto, facilitar o *procurement* do serviço de compras (conseguir condições mais vantajosas de preço e prazos de entrega alinhados com as necessidades);
- Conduzir os equipamentos e sistemas com maior segurança (uma vez que se sabe o seu estado de condição), prolongar a sua longevidade (não deixando que os equipamentos se degradem, actuando por antecipação), assim como minimizar os Custos (intervenções mais simples e menos onerosas) e o impacte ambiental (uma vez que os equipamentos a funcionar de modo perfeito consomem menos energia).

Segundo Morais (2007), os Principais Problemas das PME em Portugal são:

- Elevada Carga Fiscal;
- Legislação laboral obsoleta;
- ***Custos de produção e falta de competitividade;***
- Burocracia/custos de contexto;
- Falta de Institutos públicos de apoio ao investimento e inovação;
- Formação;
- Crédito.

Como já referimos os custos de produção resultam dos custos de operação adicionados aos da manutenção. No âmbito dos custos da manutenção é usual dividi-los em custos da manutenção própria, isto é, a realizada pelo serviço técnico de manutenção pertencente à empresa e os custos da subcontratação, ou sejam, os da manutenção realizada por terceiros.

Segundo Pinto (2001), o Custo Médio da Manutenção para os diferentes sectores de actividade industrial na Facturação Bruta é de cerca de 3,6%, sendo o valor mais elevado no sector dos transportes, com cerca de 9,5% e o menor no sector têxtil com 1%, conforme consta do quadro 2.

Quadro 2: Custo Médio da Manutenção (%) na Facturação Bruta.

Custo Manutenção	
Sector	% na Fact. Bruta
Aliment. / Tabaco	1,89
Cimento / Cerâmica	3,50
Elect. / Energia	1,67
Hospitalar	3,17
Máqunis / Equip.	2,60
Mmetalurgia / Minas	5,17
Papel / Celulose	4,38
Petróleo	3,33
Petroquímica	2,11
Plástico / Borracha	3,17
Const. / Prest. Serv.	1,67
Químico	4,00
Siderurgia	6,75
Têxtil	1,00
Transporte	9,50
Média	3,59

Fonte: Pinto (2001), adaptado.

Sendo assim, a título de exemplo, para uma PME com um volume de negócios (Facturação Bruta) de 50 M€ (cinquenta milhões de euros) teremos, em média, um valor para a manutenção de cerca de 1.8 M€ (um milhão e oitocentos mil euros). Para uma PME com um volume de negócios (Facturação Bruta) de 10 M€ (dez milhões de euros) teremos, em média, um valor de 360.000 € (trezentos e sessenta mil euros) para a manutenção.

Para além de se saber o peso (%) do Custo Médio da Manutenção na Facturação Bruta e tendo em atenção que existe normalmente uma parte do trabalho de manutenção que é realizado por terceiros, sob o regime de subcontratação. Para o mesmo autor o peso (%) da Subcontratação no Custo Total da Manutenção pode ter um valor de acordo com o quadro 3.

Quadro 3: Peso (%) da Subcontratação no Custo Total da Manutenção.

Custo Subcontratação	
Sector	% Cust. Tot. Manut.
Petróleo	33
Quimico	33
Petroquimico	33
Farmacêutico	27
Hotelaria	26
Hospitalar	24
Bebidas	21
Açúcar e Alcool	21
Plástico e Borracha	18
Cimento	18
Máq. e Equip.	18
Eléctrico	18
Papel e Celulose	17
Siderúrgico	16
Transporte	13
Têxtil	13
Saneamento	10
Prestação Serviços	10
Minas	8
Metalúrgico	8
Média	19,25

Fonte: Pinto (2001), adaptado.

É igualmente importante, também no que concerne ao Custo Total da Manutenção, ter uma ideia como se encontra o valor do Custo da Subcontratação como referência de *Benchmark* para se procurar a sua optimização, tendo em atenção as melhores práticas realizadas nas outras empresas.

Na utilização dos *Benchmarks* industriais oriundos de diferentes sectores de actividade Cuignet (2006), chama a atenção para o facto de os mesmos deverem ser tomados a título indicativo e utilizadas com prudência, pois “são influenciados por uma multiplicidade de factores, como o sector de actividade, natureza e complexidade dos processos, idade das instalações, localização geográfica, etc.” (p. 73).

Capítulo 3. Estudo Empírico

3.1 Delimitação do Estudo

A Manutenção em Portugal tem evoluído ao longo do tempo, com o acentuar da componente preventiva. Todavia, na prática, a incorporação na Gestão da

Manutenção da componente informática (*software* de gestão) e das tecnologias de Acompanhamento de Condição (Manutenção Condicionada e Preditiva) afiguram-se ainda em grau insuficiente. As dificuldades que estão na origem desta situação não são totalmente conhecidas, no entanto admite-se serem de três tipos:

- Falta de conhecimento das suas virtualidades, isto é, das potencialidades de informação para a ajuda à Tomada de Decisão;
- Falta de recursos financeiros para aquisição do *hardware* e *software* de gestão, assim como dos equipamentos de vibrometria e termografia;
- Falta de técnicos com a formação adequada para utilizarem os meios tecnológicos necessários.

O estudo dirige-se às PME do Sector Industrial Transformador Português.

De acordo com o DL 372/2007 de 6.11 (Corresponde à Recomendação nº.2003/361/CE da Comissão Europeia de 6 de Maio) a categoria das micro, pequenas e médias empresas (PME) é constituída por empresas que empregam menos de 250 trabalhadores e cujo volume de negócios anual não excede 50 M€ (cinquenta milhões de euros) ou cujo balanço de fecho do exercício não excede 43 M€ (quarenta e três milhões de euros).

Na categoria das PME, uma pequena empresa emprega menos de 50 trabalhadores e possui um volume de negócios que não excede 10 M€ (dez milhões de euros). Uma microempresa define-se com emprego de menos de 10 trabalhadores e um volume de negócios inferior a 2 M€ (dois milhões de euros).

Para o estudo em causa, considera-se que uma PME com menos de 50 trabalhadores terá um serviço de manutenção de pequena dimensão, pelo que irão ser consideradas apenas as empresas que possuírem um efectivo de pessoal no intervalo entre 50 e 249 trabalhadores e que são, segundo ainda o INE (2011), num total de 2.074.

3.2 Objectivos do Estudo

No estudo realizado pretendeu-se, relativamente às PME acima tipificadas:

- Determinar se as empresas utilizam uma gestão da Manutenção com apoio informático, possuindo o respectivo sistema informático e *software* específico de gestão;
- Conhecer se as empresas possuem equipamento próprio de termografia e vibrometria;
- Saber qual o nível de Formação Escolar do Responsável da Manutenção e dos Técnicos, assim como a sua Formação em Tecnologias de Manutenção Condicionada, nomeadamente Vibrometria e Termografia;
- Apurar como é realizada a Manutenção, por tipos, se recorrem a um serviço próprio, de *outsourcing* (subcontratação) ou misto e com que distribuição percentual;
- Verificar o peso (%) do Custo Anual da Manutenção na Facturação Anual Bruta das empresas e a sua relação com o valor médio do *Benchmark* conhecido;
- Saber do peso (%) do Custo Anual da Subcontratação no Custo Anual da Manutenção e a sua relação com o valor médio do *Benchmark* conhecido;
- Saber do peso (%) do Custo Anual da Formação dos Técnicos no Custo Anual da Manutenção;
- Indagar da primeira prioridade que os Responsáveis da Manutenção atribuem aos aspectos identificados com a Formação dos Técnicos, Quantitativo de Técnicos, Meios Técnicos e Orçamento da Manutenção, para o melhoramento do desempenho futuro do Serviço de Manutenção da sua empresa.

4.3 Hipóteses

Tendo em atenção os conceitos e os procedimentos teóricos atrás indicados, bem como o tecido industrial transformador português em estudo, admitiram-se as seguintes hipóteses:

H1: A maioria das empresas utiliza sistemas de gestão da manutenção com apoio informático;

H2: As PME objecto de estudo não possuem, na sua maioria, equipamento próprio de vibrometria e termografia, assim como os respectivos *softwares* de tratamento de dados;

H3: O nível de formação escolar do pessoal da Manutenção é relativamente baixo, no que concerne aos Responsáveis da Manutenção e aos Técnicos de Manutenção;

H4: O pessoal da Manutenção tem um fraco conhecimento das tecnologias de vibrometria e termografia, tanto ao nível dos Responsáveis da Manutenção como dos Técnicos;

H5: Na Manutenção as empresas aplicam na prática, maioritariamente, os conceitos de Manutenção Correctiva, complementada com alguma Manutenção Preventiva Sistemática e Manutenção Condicionada, e na distribuição entre a parte realizada pelos meios próprios e a subcontratada é maior na Correctiva e Preventiva do que na Condicionada;

H6: O peso (%) médio do Custo Anual da Manutenção na Facturação Bruta e o peso (%) médio do Custo Anual da Subcontratação no Custo Total da Manutenção, não estão alinhados com os *Benchmarks* tomados como referência;

H7: O investimento na formação e actualização de conhecimentos dos Técnicos de Manutenção poderá ser muito baixo;

H8: Os Responsáveis do Serviço de Manutenção das empresas dão prioridade à necessidade de Melhorar a Formação dos seus Técnicos em vez do aumento do

número de Técnicos, melhoria dos meios técnicos e aumento do orçamento da Manutenção, para conseguirem melhorar o desempenho do seu Serviço.

3.4 Metodologia do Estudo

3.4.1 Obtenção da Informação Primária

O estudo teve por base um Questionário realizado aos Responsáveis pela Manutenção das PME do Sector Industrial de Transformação Português.

Este Questionário foi enviado com recurso a e-mail, por se entender ser a via mais fácil e rápida de contactar as empresas.

Foi ainda garantido o compromisso de que não seriam indicados os nomes das empresas, organizações ou indivíduos que participaram no Questionário, assim como não seriam revelados dados individuais e que somente serão divulgados os indicadores estatísticos, tais como médias de resposta, diferenças de médias, moda, mediana, desvios padrões, coeficiente de variação ou resultados de outras operações estatísticas quando se tornem necessárias para o estudo.

3.4.2 Universo do Estudo – Caracterização

De acordo com o objectivo definido para este estudo foi solicitada em Julho de 2013 ao INE (Instituto Nacional de Estatística) a informação referente ao conjunto das PME do Sector Industrial Transformador Português que possuíam um efectivo ao serviço no intervalo entre 50 e 249 trabalhadores, tendo sido disponibilizado pelo mesmo a sua informação consolidada mais recente e que consta do quadro 4.

Esta informação estatística foi solicitada através de e-mail (Pedido nº 162976696), tendo-se obtido a resposta do INE, também através de e-mail, em 31/07/2013 (Anexo A).

Foi com base na informação disponibilizada pelo INE, referente a 2011, que foram efectuados todos os cálculos e quadros que e apresentam de seguida.

Quadro 4: Distribuição das PME, Classificação CAE, Rev. 3, Secção C, Regiões NUTS III.

 INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA ESTADÍSTICO PORTUGAL DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICAS ECONÓMICAS SERVIÇO DE ESTATÍSTICAS DAS EMPRESAS Fonte: Sistema de Contas Integradas das Empresas				
Nº de sociedades (PME*), com 50 a 249 pessoas ao serviço				
2011				
Secção da CAE Rev.3	Regiões NUTS III_cod	Regiões NUTS III_dsg	Sociedades PME (Nº)	VVN (Euros)
		TOTAL	2.074	19.257.789.906
C	111	Minho-Lima	40	360.104.255
C	112	Cávado	130	913.832.040
C	113	Ave	293	2.157.485.322
C	114	Grande Porto	235	2.110.693.563
C	115	Tâmega	266	1.351.328.462
C	116	Entre Douro e Vouga	179	1.393.414.574
C	117	Douro	9	90.938.729
C	118	Alto Trás-os-Montes	7	54.476.367
C	150	Algarve	9	36.055.863
C	161	Baixo Vouga	157	1.660.421.807
C	162	Baixo Mondego	39	421.313.005
C	163	Pinhal Litoral	86	777.453.682
C	164	Pinhal Interior Norte	25	245.246.032
C	165	Dão-Lafões	55	591.908.241
C	166	Pinhal Interior Sul	9	66.164.569
C	167	Serra da Estrela	3	17.771.266
C	168	Beira Interior Norte	9	68.779.952
C	169	Beira Interior Sul	12	111.476.601
C	16A	Cova da Beira	22	128.934.387
C	16B	Oeste	65	565.728.562
C	16C	Médio Tejo	49	682.038.872
C	171	Grande Lisboa	187	2.526.280.506
C	172	Península de Setúbal	62	1.218.764.746
C	181	Alentejo Litoral	9	139.616.182
C	182	Alto Alentejo	10	118.640.780
C	183	Alentejo Central	25	260.006.845
C	184	Baixo Alentejo	7	89.040.591
C	185	Lezíria do Tejo	38	697.627.440
C	200	Região Autónoma dos Açores	22	315.464.102
C	300	Região Autónoma da Madeira	15	86.782.563

Fonte: INE (2011)

Verifica-se assim que existiam 2.074 empresas distribuídas pelas diferentes Regiões NUTS III.

Com base na informação disponibilizada no quadro 4 tomou-se o critério de seleccionar as Regiões NUTS III mais significativas em termos de VVN (Valor de Volume de Negócios) em Euros, nomeadamente:

Ave, Baixo Vouga, Cávado, Entre Douro e Vouga, Grande Lisboa, Grande Porto, Lezíria do Tejo, Península de Setúbal, Pinhal Litoral e Tâmega.

Para melhor identificação, as Regiões NUTS III seleccionadas são apresentadas no gráfico 4. Este gráfico mostra que a seguir à Região da Grande Lisboa está a Região do Ave e depois a do Grande Porto, no que concerne ao VVN em 2011.

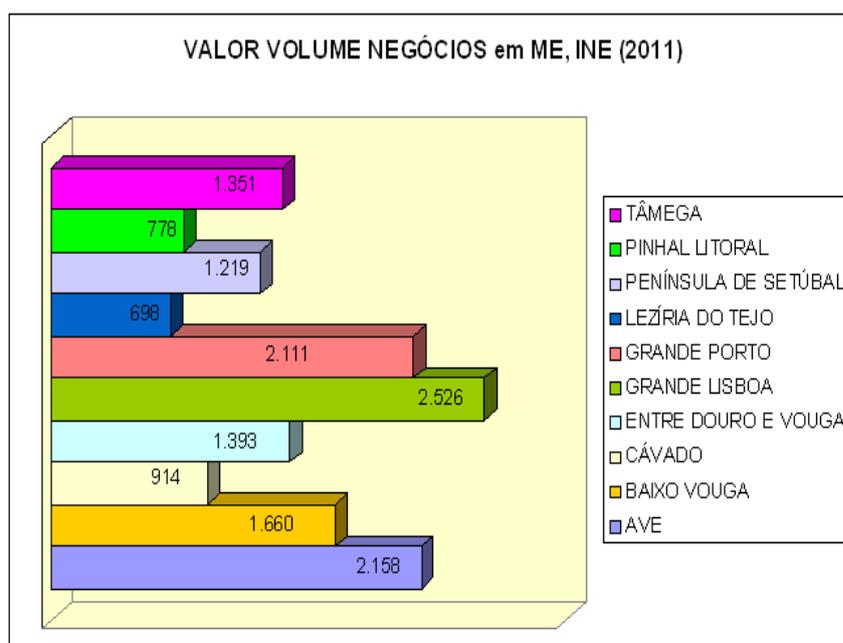


Gráfico 4: Distribuição do VVN das PME do Sector Industrial de Transformação nas Regiões NUTS III escolhidas. Fonte: INE (2011), adaptado.

Tomando por base esta selecção obteve-se um universo de 1.633 empresas que correspondem a 79% do número total (2.074), com um VVN de 14.807.302.152 €, que constitui aproximadamente 77% do valor global total (19.257.789.906 €), e que se considerou como o universo em estudo, conforme consta no quadro 5.

Quadro 5: Distribuição do número de empresas a consultar pelas Regiões NUTS III.

Indústrias Transformadoras - Ano 2011		
Total Empresas Seleccionadas	1.633	
Regiões NUTS III	Nº Empresas	%
Ave	293	17,94
Baixo Vouga	157	9,61
Cávado	130	7,96
Entre Douro e Vouga	179	10,96
Grande Lisboa	187	11,45
Grande Porto	235	14,39
Lezíria do Tejo	38	2,33
Península de Setúbal	62	3,80
Pinhal Litoral	86	5,27
Tâmega	266	16,29
Totais	1.633	100,00

Fonte: INE (2011), adaptado

3.4.3 – Amostra – Caracterização

Tomando em consideração a informação do quadro 5 determinou-se o número de empresas a consultar, tendo-se encontrado um número total de 137 (cento e trinta e sete), admitindo um erro $e = 8\%$, para um $Z = 1,96$ e um IC = 95%, através da expressão seguinte:

$$n = \frac{Z^2 \times 0,25 \times 1633}{0,08^2 \times (1633 - 1) + Z^2 \times 0,25} = \frac{1567,68}{11,4} \approx 137$$

Entendeu-se que a composição da amostra deveria ser estratificada, para melhor representar o universo de estudo, tendo-se para isso considerado também como referencial o VVN.

Exemplo:

Grande Lisboa

$$\text{N}^\circ \text{ Amostras da Região NUT III Grande Lisboa} = \frac{2526 \times 100}{14807} \approx 17\% \dots 137 \times 0,17 \approx 23$$

No quadro 6 seguinte apresenta-se toda a informação sintetizada.

Quadro 6: Informação sintetizada da distribuição da amostragem considerada para o estudo.

Indústrias Transformadoras - Ano 2011			
Total Empresas Seleccionadas	1.633	Amostra	137
Regiões NUTS III	VVN Euros	%	C. Amostra
Ave	2.157.485.332	15	20
Baixo Vouga	1.660.421.807	11	15
Cávado	913.832.040	6	8
Entre Douro e Vouga	1.393.414.574	9	13
Grande Lisboa	2.526.280.506	17	23
Grande Porto	2.110.693.563	14	20
Lezíria do Tejo	697.627.440	5	7
Península de Setúbal	1.218.764.746	8	11
Pinhal Litoral	777.453.682	5	7
Tâmega	1.351.328.462	9	13
Totais	14.807.302.152	100	137

VVN - Volume de Negócios

C. Amostra - Composição da Amostra

Fonte: Elaboração própria.

3.4.4 Trabalho de Campo

O Trabalho de Campo decorreu nos meses de Outubro e Novembro de 2013 e realizou-se através de um Questionário, dirigido aos Responsáveis pela Manutenção das PME consultadas, e que integra 5 (cinco) Blocos de Perguntas mostrados no Anexo B.

Os 5 (cinco) Blocos de Perguntas foram concebidos por áreas, integrando-as em termos coerentes:

- O **Bloco B1** integra um conjunto de perguntas que procuram fazer a identificação da Empresa: Nome da Empresa; Morada; Distrito; Actividade Económica; CAE; Ano Início Actividade; Nº Total Trabalhadores; Nº Trabalhadores da Manutenção;
- O **Bloco B2** inclui as perguntas que se relacionam com os Meios Existentes na Manutenção. Pretende-se saber se existem os Meios Técnicos considerados mais relevantes para a Manutenção Condicionada, assim como os Meios Humanos disponíveis no que releva do seu Nível de Formação Escolar e Formação Técnica nas Tecnologias de Manutenção Condicionada;
- O **Bloco B3** engloba um conjunto de perguntas onde se procura saber como é realizada a Manutenção em termos de Tipos de Manutenção, Preventiva, Condicionada e Correctiva e ainda como estas se repartem em termos de % de realização Própria e % Subcontratada;
- O **Bloco B4** possui perguntas direccionadas aos Indicadores Económicos de Gestão relevantes par o estudo a realizar. Pretende-se saber, no biénio 2011-2012, os valores médios dos seguintes Indicadores: Facturação Bruta; Custo da Manutenção; Custo da Subcontratação; Custo de Formação dos Técnicos;
- O **Bloco B5** reúne perguntas para se saber, na perspectiva do Responsável da Manutenção, a ordem de prioridade que os aspectos identificados com a Formação dos Técnicos, Quantitativo de Técnicos, Meios Técnicos e Orçamento

da Manutenção podem ter no melhoramento do desempenho do Serviço de Manutenção da empresa;

O Questionário foi enviado no início de Outubro a 481 empresas, retiradas da Listagem de PME Líder 2011, de acordo com Marcelino (2013), via e-mail. Verificou-se no final desse mês que o número de respostas era bastante reduzido, apesar de se ter tido o cuidado de enviar conjuntamente um certificado de inscrição do autor no ISG (Instituto Superior de Gestão), assim como uma Carta de Apresentação da Tese (Anexo C).

Insistiu-se novamente no mês de Novembro com novo e-mail dirigido às empresas contactadas, com um resultado final de respostas bastante abaixo do que se necessitava.

Admite-se que tal facto se possa dever a alguma falta de sensibilização das PME portuguesas para este tipo de estudos e também às dificuldades resultantes da actual conjuntura da economia portuguesa.

No final do período referido obtiveram-se 24 (vinte e quatro) respostas, sendo validadas 20 (vinte), conforme indicado no quadro 7.

Quadro 7: Número de respostas recebidas por Distrito e Regiões NUTS III.

Distritos	Nº Respostas	Regiões NUTS III	Nº Respostas
Aveiro	4	Baixo Vouga	4
Braga	4	Cávado	4
Leiria	4	Pinhal Litoral	4
Lisboa	1	Grande Lisboa	1
Porto	3	Grande Porto	3
Santarém	3	Lezíria do Tejo	3
Setúbal	1	Pen. Setúbal	1
Total	20	Total	20

Fonte: Elaboração própria

A distribuição percentual das empresas que responderam por Regiões NUTS III foi a seguinte, visualizada também no gráfico 5.

Baixo Vouga, Cávado e Pinhal Litoral – 20%

Grande Porto e Lezíria do Tejo – 15%

Grande Lisboa e Península de Setúbal – 5%

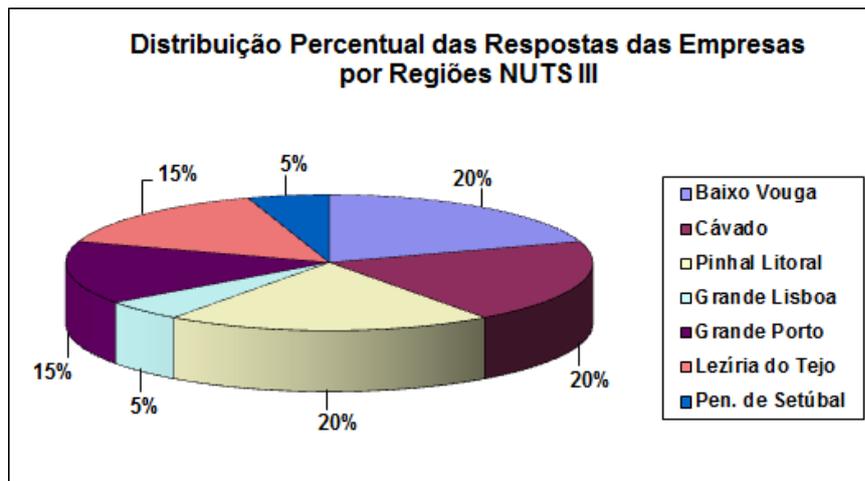


Gráfico 5: Distribuição percentual das respostas das empresas por Regiões NUTS III. Fonte: Elaboração própria.

Verificamos que com 20% de respostas foram as empresas das Regiões do Baixo Vouga, Cávado e Pinhal Litoral que mais responderam ao questionário, seguidas do Grande Porto e Lezíria do Tejo com 15% e da Grande Lisboa e da Península de Setúbal com 5%.

A distribuição das empresas que responderam ao questionário por Sector Industrial apresentou-se conforme o gráfico 6.

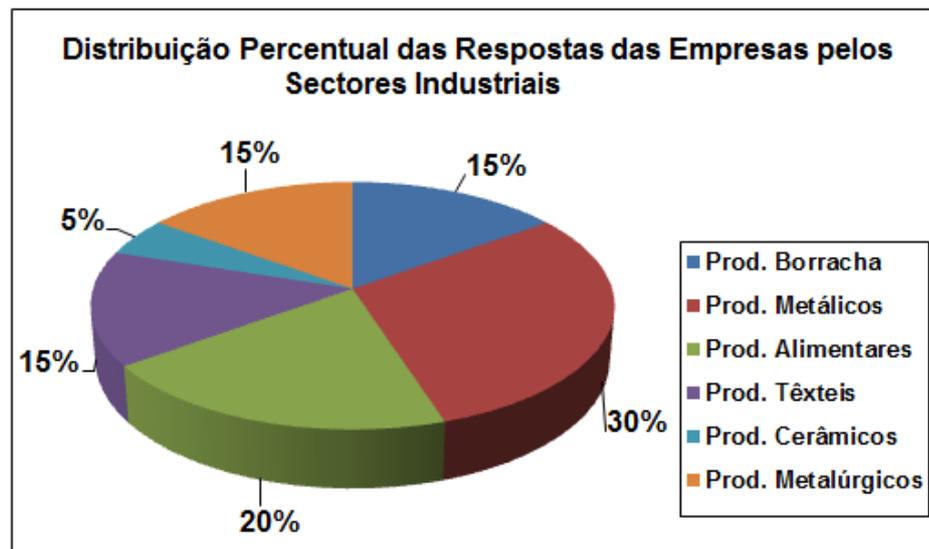


Gráfico 6: Distribuição percentual das respostas das empresas pelos Sectores Industriais. Fonte: Elaboração própria.

Os valores dos *Benchmarks* que vamos tomar como referência para este conjunto de empresas sectoriais, constam do quadro 8.

Quadro 8: Rácio (%) do Custo da Manutenção na Facturação Bruta e Rácio (%) do Custo da Subcontratação no Custo Tot. Manut.

Sector	% Manut. na Fact. Bruta	% Subcontratação Custo Tot. Manut.
Alimentação	1,89	21
Borracha	3,17	18
Cerâmica	3,5	18
Metálicos	2,6	18
Metalúrgicos	5,17	8
Têxtil	1	13
Média	2,9	18

Fonte: Pinto (2001), adaptado.

Mais adiante no desenvolvimento do presente estudo será efectuada a comparação entre os resultados obtidos das respostas recebidas com os valores indicativos destes *Benchmarks*.

Capítulo 4. Resultados

Síntese das respostas ao Bloco 1 de questões

Responderam validamente ao questionário enviado a 20 empresas, com uma idade média de 36 anos de actividade. Estas empresas envolviam um efectivo total de 2.221 trabalhadores, sendo que, destes, estavam afectos ao serviço de manutenção um total de 97 técnicos de manutenção.

A média do total de trabalhadores por empresa é de 111. Contudo, a moda do número total de trabalhadores é de 87. Para os técnicos de manutenção a média por cada empresa é de cinco, sendo neste caso a moda do número de técnicos de manutenção nas empresas, apenas de dois.

Percentualmente os técnicos de manutenção representam 4% do total de efectivos de trabalhadores das empresas com respostas válidas ao questionário, conforme é apresentado no quadro 9.

Quadro 9: Síntese dos dados obtidos através das respostas ao Bloco 1 de questões.

Nº Total Empresas	20	Méd. Idade Empresas	36
Distrib. por Distritos	Nº	Regiões NUTS III	Nº
Aveiro	4	Baixo Vouga	4
Braga	4	Cávado	4
Leiria	4	Pinhal Litoral	4
Lisboa	1	Grande Lisboa	1
Porto	3	Grande Porto	3
Santarém	3	Lezíria do Tejo	3
Setúbal	1	Pen. Setúbal	1
Total	20	Total	20
Nº Tot. Trab. Emp.	2.221	% Tot. Trab. Gerais	96
Nº Trab. Gerais	2.124	% Tot. Téc. Manut.	4
Nº Téc. Manut.	97		
Méd. Tot. Trab. Emp.	111	Moda Tot. Trab. Emp.	87
Méd. Tec. Manut.	5	Moda Tot. Téc. Manut.	2

Fonte: Elaboração própria

Síntese das respostas ao Bloco 2 de questões – Meios Técnicos

Sistema Informático e Software de Gestão da Manutenção

Verificamos que apenas 40% das empresas possuem no seu Serviço de Manutenção disponibilidade de sistema informático, conforme gráfico 7.



Gráfico 7: Distribuição percentual das empresas que dispõem de Sistema Informático na Manutenção. Fonte: Elaboração própria.

Constatamos que apenas 40% das empresas possuem *software* específico para a gestão da manutenção, conforme gráfico 8.

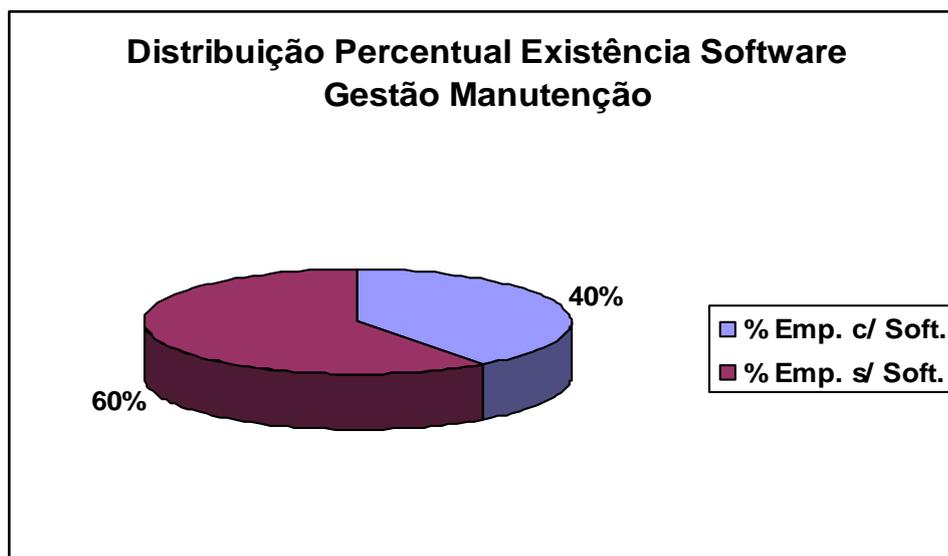


Gráfico 8: Distribuição percentual das empresas que dispõem de *software* específico para gestão da manutenção. Fonte: Elaboração própria.

Equipamento de vibrometria, termografia e *softwares* específicos de tratamento de dados

Constatámos que relativamente ao equipamento de vibrometria e termografia, assim como no que concerne aos respectivos *softwares* para tratamento dos dados respectivos, as empresas consultadas indicaram não possuírem quaisquer destes meios como sua propriedade.

Síntese das respostas ao Bloco 2 de questões – Nível de Formação Escolar

Nível de formação escolar do Responsável da Manutenção

Verifica-se que 70% dos Responsáveis do Serviço de Manutenção das empresas que responderam ao questionário têm formação de nível superior, 25% possuem o 12º Ano de escolaridade obrigatória ou equivalente e 5% possuem o 9º Ano de escolaridade básica, conforme indicado no gráfico 9.

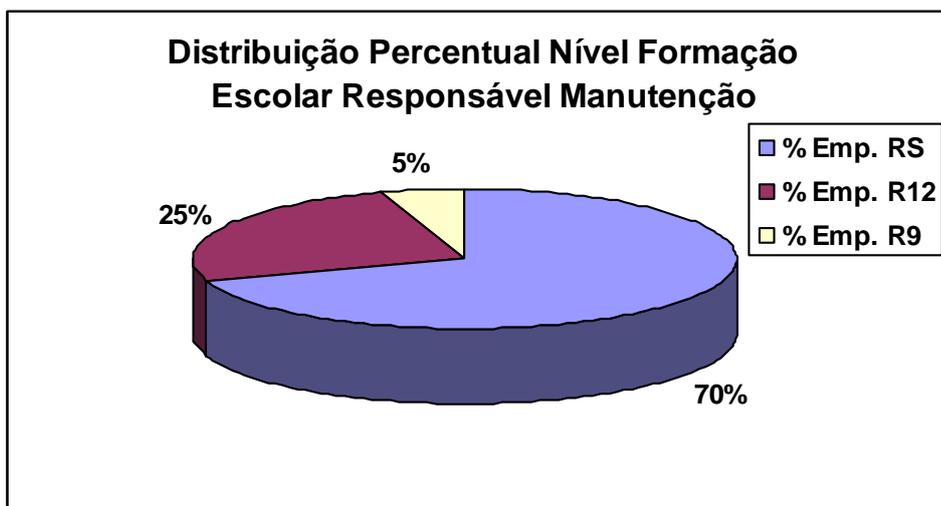


Gráfico 9: Distribuição percentual do nível de formação escolar do Responsável do Serviço de Manutenção. Fonte: Elaboração própria.

Nível de Formação escolar dos Técnicos de Manutenção

Observa-se que 55% dos Técnicos de Manutenção das empresas que responderam ao questionário têm o 12º ano de escolaridade, 25% têm o 9º ano de escolaridade, existindo ainda 20% que não têm a escolaridade básica, conforme indicado no gráfico 10.

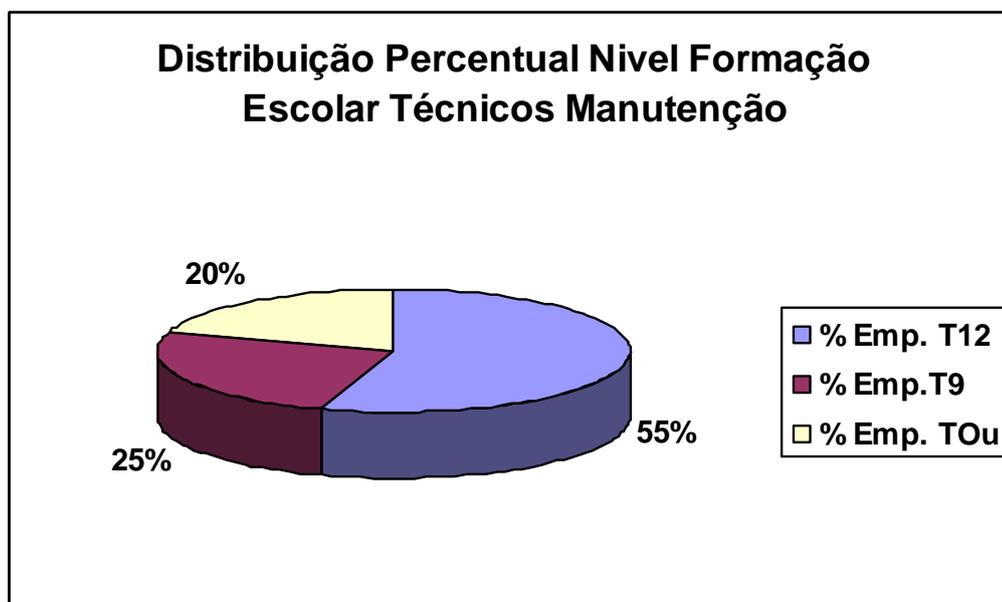


Gráfico 10: Distribuição percentual do nível de formação escolar dos Técnicos de Manutenção. Fonte: Elaboração própria.

Síntese da Formação Técnica em Manutenção Condicionada

Responsáveis do Serviço de Manutenção

Verifica-se que apenas 25% dos Responsáveis do Serviço de Manutenção têm formação em Manutenção Condicionada – Vibrometria, conforme indicado no gráfico 11.

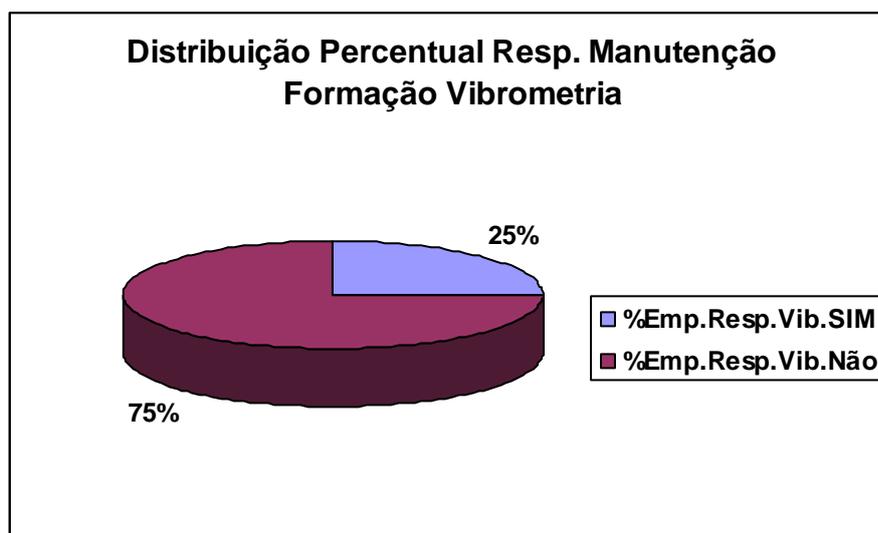


Gráfico 11: Distribuição percentual da formação dos Responsáveis do Serviço de Manutenção em Vibrometria. Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se que igualmente apenas 25% dos Responsáveis do Serviço de Manutenção têm formação em Manutenção Condicionada – Termografia, conforme indicado no gráfico 12.

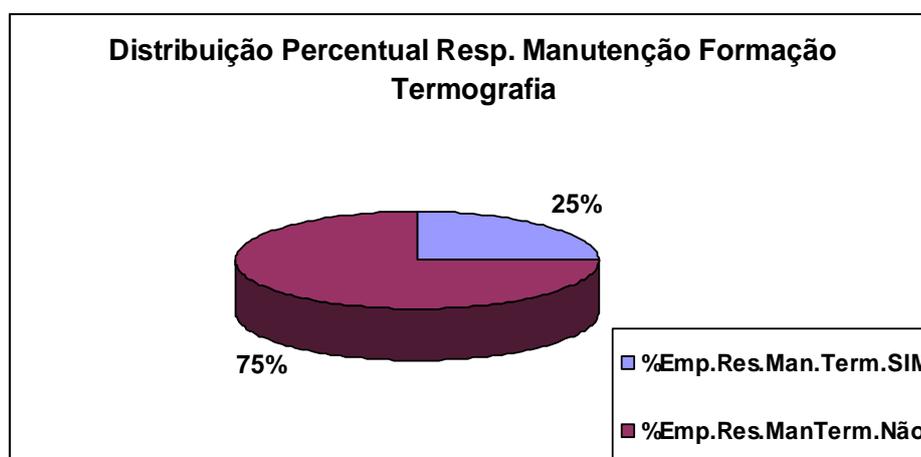


Gráfico 12: Distribuição percentual dos Responsáveis do Serviço de Manutenção com formação em Manutenção Condicionada – Termografia. Fonte: Elaboração própria.

Técnicos de Manutenção

Constatamos que apenas uma reduzida percentagem de 5% dos Técnicos de Manutenção das empresas que responderam ao questionário têm formação em Manutenção Condiciona – Vibrometria, conforme indicação no gráfico 13.

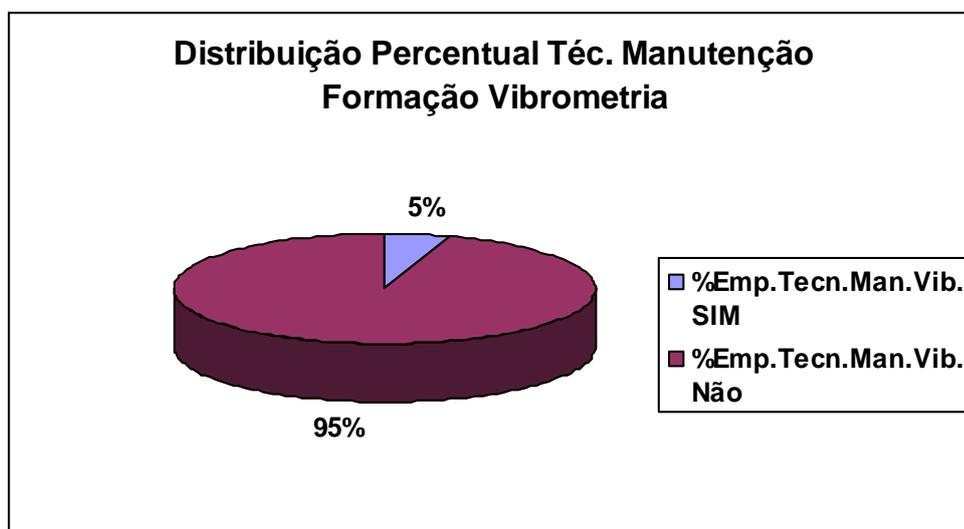


Gráfico 13: Distribuição percentual dos Técnicos de Manutenção com formação em Manutenção Condicionada – Vibrometria. Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que igualmente apenas 5% dos Técnicos de Manutenção das empresas que responderam ao questionário têm formação em Manutenção Condicionada – Termografia, conforme indicado no gráfico 14.

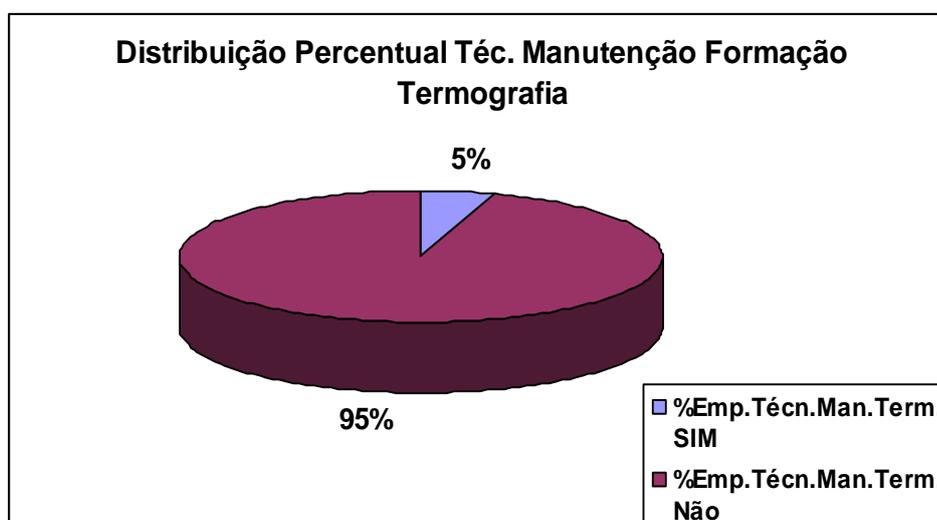


Gráfico 14: Distribuição percentual dos Técnicos de Manutenção com formação em Manutenção Condicionada – Termografia. Fonte: Elaboração própria.

Síntese das respostas ao Bloco 3 de questões – Como Realiza a Manutenção Preventiva

Constata-se que 94% das empresas que responderam ao questionário indicam que praticam a manutenção preventiva, conforme indicado no gráfico 15.

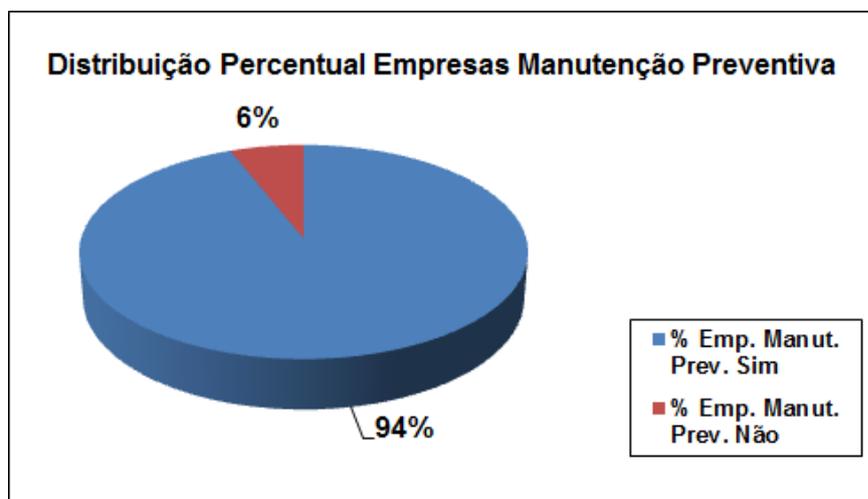


Gráfico 15: Distribuição percentual das empresas que fazem manutenção preventiva. Fonte: Elaboração própria.

Manutenção Condicionada

Verifica-se que das empresas que responderam ao questionário 71% pratica também a manutenção condicionada, conforme se apresenta no gráfico 16.

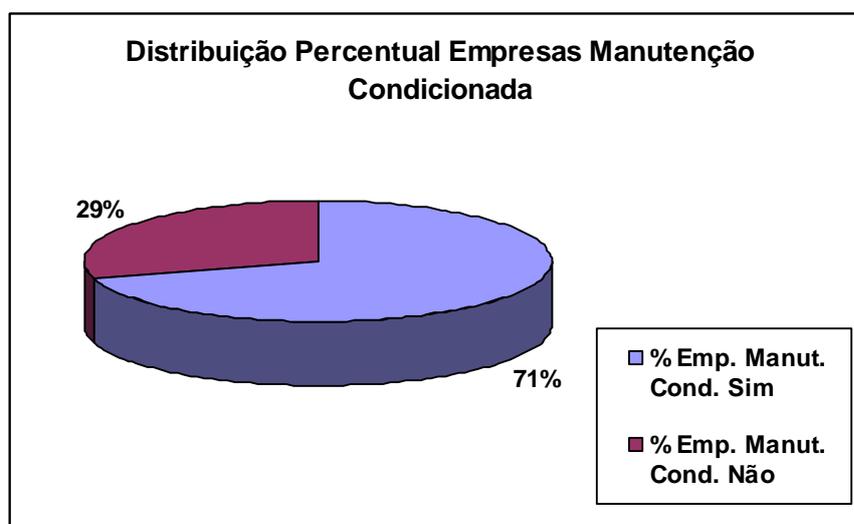


Gráfico 16: Distribuição percentual das empresas que fazem manutenção condicionada. Fonte: Elaboração própria.

Manutenção Correctiva

Constata-se que 100% das empresas que responderam ao questionário pratica a manutenção correctiva.

Distribuição Manutenção Preventiva Própria e Subcontratada

Verifica-se que 90% das empresas que responderam ao questionário fazem Manutenção Preventiva com os seus próprios meios, subcontratando 10% a terceiros, conforme mostra o gráfico 17.

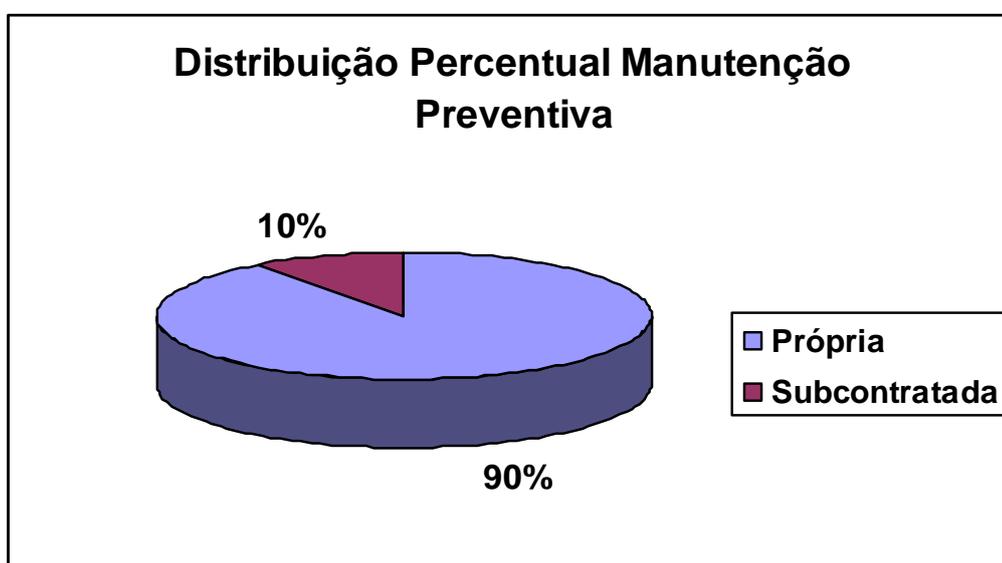


Gráfico 17: Distribuição percentual da Manutenção Preventiva Própria e Subcontratada. Fonte: Elaboração própria.

Distribuição Manutenção Condicionada Própria e Subcontratada

Verifica-se que apenas 30% das empresas que responderam ao questionário fazem Manutenção Condicionada com os seus próprios meios, subcontratando 70% a terceiros, conforme indica o gráfico 18.

Este resultado seria de esperar e está alinhado com o já constatado relativamente à inexistência de equipamentos de vibrometria e termografia, assim como dos respectivos *softwares* de tratamento de dados, conforme indicado no gráfico 18.

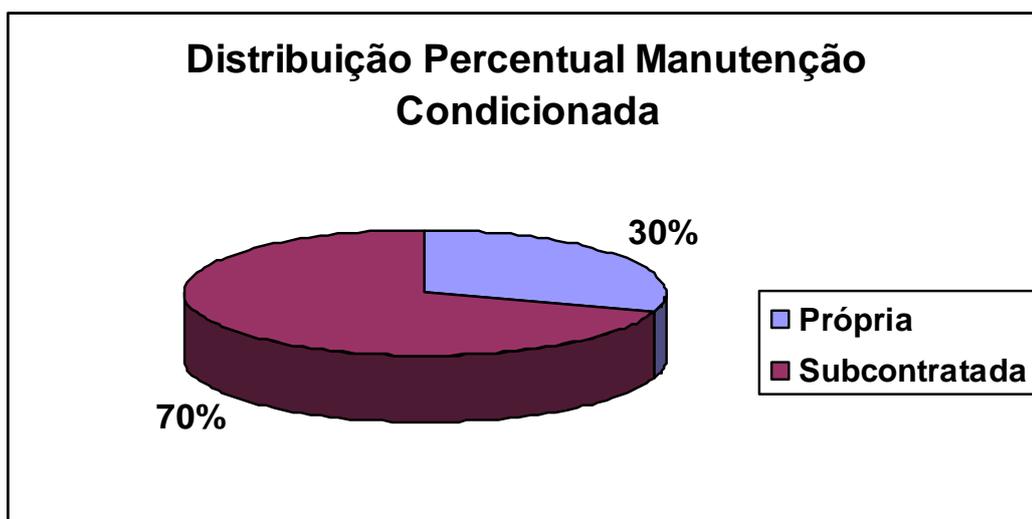


Gráfico 18: Distribuição Percentual da Manutenção Condicionada Própria e Subcontratada. Fonte: Elaboração própria.

Distribuição Manutenção Correctiva Própria e Subcontratada

Revela-se que 95% das empresas que responderam ao questionário realizam a Manutenção Correctiva com os seus próprios meios, subcontratando apenas 5% a terceiros, conforme mostra o gráfico 19.

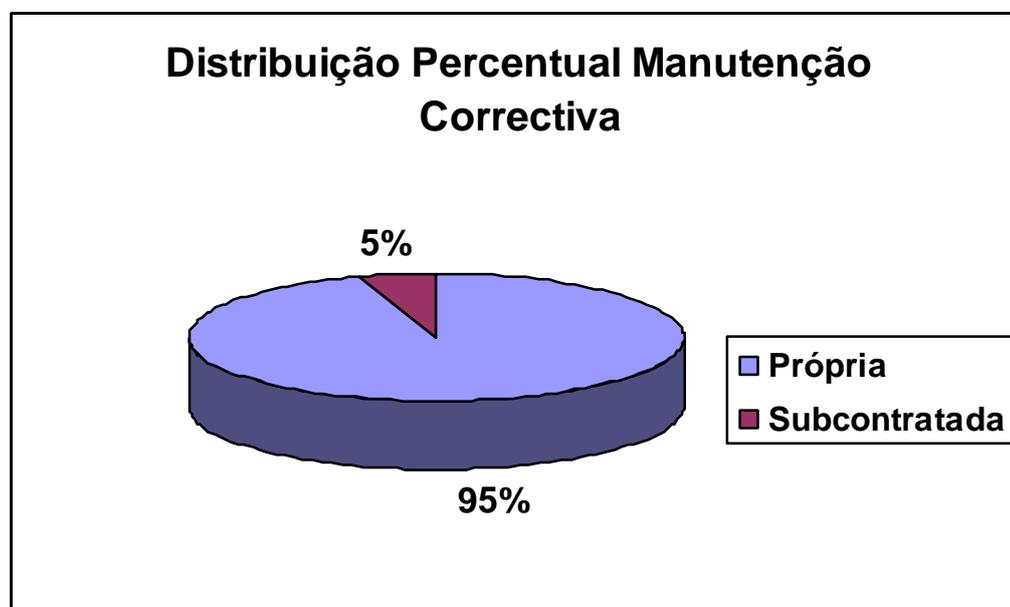


Gráfico 20: Distribuição Percentual da Manutenção Correctiva Própria e Subcontratada. Fonte: Elaboração própria.

Síntese das respostas aos Bloco 4 de questões – Ind. Económicos de Gestão

Facturação Bruta

A distribuição percentual dos valores da Facturação Bruta Anual média das empresas que responderam ao Questionário é apresentada no gráfico 20.

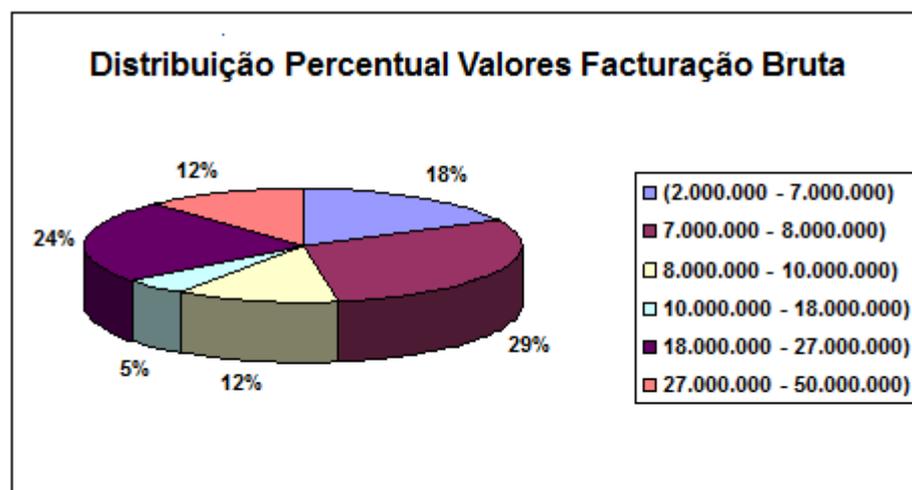


Gráfico 20: Distribuição Percentual dos Valores da Facturação Bruta das empresas.

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que 29% das empresas que responderam ao questionário indicam uma Facturação Bruta média anual no intervalo 7.000.000 a 8.000.000€ (sete a 8 milhões de Euros). E que 24% indica uma Facturação Bruta Anual média entre 18 M€ (dezoito milhões de euros) e 27M€ (vinte e sete milhões de euros).

Peso (%) Cust. Man./Fact. Bruta, Cust. Sub./Cust. Man., Cust. Form./Cust. Man.

O cálculo efectuado do peso (%) médio do Custo da Manutenção no valor da Facturação Bruta, assim como o peso (%) médio do Custo da Manutenção Subcontratada no Custo da Manutenção e o peso (%) médio do Custo da Formação no Custo da Manutenção consta do quadro 10.

Quadro 10: Valores dos pesos (%) do Custo Manut./Facturação Bruta; Custo Subcontratação / Custo Manut. e Custo Formação / Custo Manut.

% Cust. Manut. / Facturação Bruta	0,80
% Cust. Subcontratação / Cust. Manut.	18,20
% Cust. Formação / Cust. Manut.	1,15

Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se, assim que o valor do peso (%) médio do rácio Custo da Manutenção / Facturação encontrado foi de 0,8%, que se afigura ser um pouco baixo relativamente ao valor do *Benchmark* conhecido e que comentaremos mais adiante. Relativamente ao peso (%) médio do Custo da Subcontratação / Custo total da Manutenção encontrou-se o valor de 18,20%, que se encontra mais próximo do valor da *Benchmark* conhecida, como veremos no capítulo seguinte. O peso (%) médio do Custo da Formação / Custo Total da Manutenção encontrou-se o valor de 1,15%, que se afigura muito baixo e que comentaremos mais adiante.

Verifica-se que das empresas que responderam ao questionário apenas 55% indica fazer formação em manutenção ao seu pessoal técnico, conforme mostra o gráfico 21.

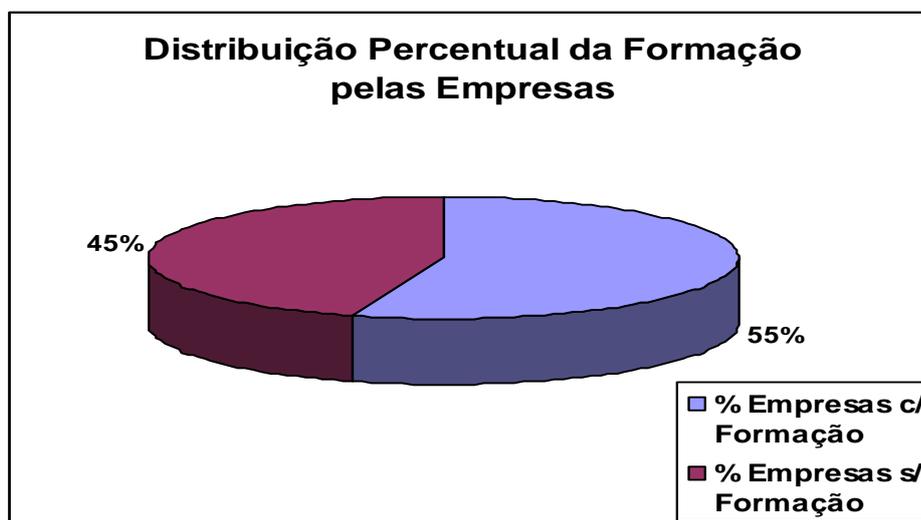


Gráfico 21: Distribuição percentual da Formação pelas Empresas. Fonte: Elaboração própria.

No quadro 10 sintetizam-se os dados recolhidos relativamente à Formação, sendo de salientar que do total dos Técnicos de Manutenção só 72% recebe formação técnica em manutenção condicionada.

O Custo Total com a Formação nas empresas que responderam afirmativamente foi de 23.850€ (vinte e três mil oitocentos e cinquenta euros), sendo que o Custo médio da Formação por empresa foi de 2.168,18€ (dois mil cento e sessenta e oito euros) por ano. Tendo em atenção o número de Técnicos de Manutenção que receberam

Formação, o custo / ano/ empresa e por Técnico foi cerca de 341,00€ (trezentos e quarenta e um euros).

Conforme também é referido no quadro 11, o número Total de Técnicos de Manutenção nas empresas consultadas era de 97, dos quais tiveram formação 70.

Quadro 11: Quadro de síntese dos resultados sobre Formação dos Técnicos de Manutenção.

FORMAÇÃO	
Pessoal	
Nº Total Téc. Manut.	97
Nº Téc. c/ Formação Técnica	70
Custos em Euros	
Custo Total Formação Empresas	23.850,00
Custo Méd. Formação por Empresa	2.168,18
Custo Méd. Formação por Téc. Manut.	340,71

Fonte: Elaboração própria.

Síntese das respostas ao Bloco 5 de questões – Melhoramento do Desempenho do Serviço de Manutenção

Com o conjunto de perguntas integrado no Bloco 5 pretendia-se saber da opinião dos Responsáveis do Serviço de Manutenção quanto à Primeira Prioridade de acção para melhorarem o desempenho do seu serviço.

Constatamos que para 65% dos Responsáveis pelo Serviço de Manutenção a Primeira Prioridade é Melhorar a Formação Técnica, seguindo-se a Melhoria dos Meios Técnicos com 20%, o Aumento do Orçamento da Manutenção com 10% e o Aumento do Número de Técnicos com 5%, conforme indicado no gráfico 22.

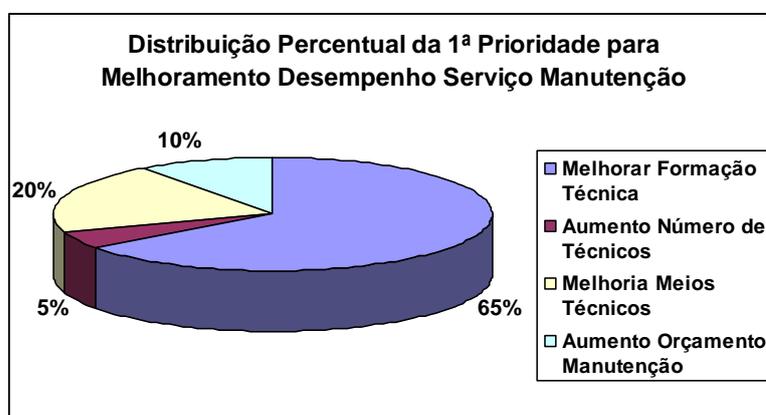


Gráfico 22: Distribuição percentual da Primeira Prioridade das acções para melhorar o Desempenho do Serviço de Manutenção. Fonte: Elaboração própria.

Capítulo 5. Discussão de Resultados e confronto com as Hipóteses

No presente capítulo procede-se à discussão dos resultados e ao confronto dos mesmos com as hipóteses em estudo.

Os resultados obtidos com o questionário que foi enviado às PME do Sector Industrial Transformador Português, que se apresentaram no capítulo anterior têm que ser enquadrados no seu contexto específico, tendo em atenção o número significativamente reduzido de respostas válidas relativamente dimensão calculada para a mostra.

Por isso, o seu significado terá de ser visto mais como uma fotografia factual e rigorosa do que se passou nas empresas consultadas, sem uma perspectiva de se poder fazer extrapolação para o universo inquirido e menos ainda para o conjunto das PME do Sector Industrial Transformador Português.

Deste modo, a análise, discussão e interpretação dos resultados devem entender-se como informação para futura validação, quando relevantes.

Admite-se, todavia, que no enquadramento das actividades CAE das empresas que responderam ao questionário e dos valores de Facturação Bruta indicados, os resultados encontrados poderão revelar algum interesse como ponto de situação das PME do Sector Industrial Transformador Português pertencentes aos ramos de actividade observados.

Nas respostas ao questionário salientaram-se os Distritos de Aveiro, Braga e Leiria, com 20% cada, sendo de 36 anos a média de idades das empresas. Isto revela, por um lado, que estes Distritos poderão possuir uma concentração de PME do Sector Transformador Industrial com mais dinamismo e também, por outro, que as empresas que responderam já têm uma implantação consolidada no seu sector de actividade.

As 20 empresas consultadas apresentam uma Facturação Bruta Anual média de 12.000.000€ (doze milhões de euros), com um total de 2.221 trabalhadores, sendo

que destes 2.124 são trabalhadores gerais e 97 técnicos da manutenção, o que conduz a uma percentagem de 4% do total.

A média do total de trabalhadores por empresa é de 111 (cento e onze) e a média do total de técnicos de manutenção por empresa é de 5 (cinco).

Ainda neste âmbito deve ser referido que a moda do total de trabalhadores das empresas é de 86 (oitenta e seis) e que a moda dos técnicos de manutenção é de 2 (dois). Estes resultados evidenciam assim existir um quantitativo bastante reduzido de técnicos de manutenção para efectuar a manutenção das instalações nas empresas observadas.

No que diz respeito aos meios informáticos e *software* de gestão da manutenção 60% indicam que não dispõem desta ferramenta informática. Apenas 40% referem que possuem. No actual contexto de desenvolvimento tecnológico, esta informação revela insuficiência de meios de ajuda à gestão e Tomada de Decisão no âmbito da Manutenção, tendo em atenção que o volume de dados a registar, tanto técnicos como económicos, assim como a informação obtida através dos mesmos para a gestão técnica e económica da Manutenção são hoje em dia em número muito elevado e devem estar disponíveis *on-line*. Verificou-se assim não ser válida a Hipótese nº 1 que admitia existirem sistemas de gestão da manutenção com apoio informático na maioria das empresas observadas.

Quanto à existência de equipamentos próprios de termografia e vibrometria, assim como os respectivos *softwares* de tratamento de dados, 100% das empresas indicou não possuírem. Tratando-se de equipamentos e *softwares* que se consideram muito importantes para a aplicação da manutenção condicionada, a sua não existência limita muito a aplicação da manutenção condicionada própria (realizada pelos técnicos de manutenção da empresa), como se verá mais adiante. Confirmou-se, deste modo, o admitido na Hipótese nº 2 quanto à dificuldade das empresas em estudo disporem de equipamento próprio de vibrometria e termografia, assim como os respectivos *softwares* específicos.

Relativamente à formação dos meios humanos do Serviço de Manutenção, e no que diz respeito ao Responsável da Manutenção, é indicado que 70% possui formação

superior e que os restantes 30% possuem o 12º ano ou equivalente de escolaridade obrigatória. Verificou-se, assim, que o nível de formação de base dos Responsáveis da Manutenção, sendo na sua maioria superior (70%), supera o indicado na Hipótese nº 3, onde se admitia ser o seu nível de formação relativamente fraco. Ainda assim, considera-se ser muito importante que a totalidade dos Responsáveis da Manutenção tenha formação escolar de nível superior. Esta informação poderá ser interpretada como indicadora da existência de ainda alguma falta de sensibilização dos gestores das empresas que responderam ao questionário para a importância da Manutenção.

No que concerne à formação dos técnicos na área da Manutenção Condicionada, termografia e vibrometria, só 25% dos Responsáveis da Manutenção têm essa formação. Quanto aos Técnicos de Manutenção é indicado que apenas 5% têm essa formação. Confirma-se assim o indicado na Hipótese nº 4, onde se admitia o fraco conhecimento das tecnologias de Manutenção Condicionada por parte dos Responsáveis e dos Técnicos de Manutenção. Estas indicações poderão ser consideradas como muito baixas, e se conjugadas com o facto de as empresas também revelarem, em 100%, que não dispõem dos equipamentos próprios necessários, implica na prática a impossibilidade das mesmas desenvolverem correctamente as suas acções de Manutenção Condicionada própria, tendo que as subcontratar.

No referente ao modo como as empresas praticam a Manutenção das suas instalações, verificou-se que 94% das mesmas praticam Manutenção Preventiva, 71% praticam Manutenção Condicionada e 100% praticam Manutenção Correctiva. Na distribuição entre Manutenção Preventiva Própria (realizada pelos Técnicos de Manutenção da empresa) e a Manutenção Preventiva Subcontratada (realizada por terceiros), verificou-se uma repartição de 90% e 10%, respectivamente. No respeitante à Manutenção Condicionada, verificou-se que a distribuição entre Manutenção Condicionada Própria e Manutenção Condicionada Subcontratada foi de 30% e 70%, respectivamente. Para a Manutenção Correctiva, observou-se que a distribuição entre Manutenção Correctiva Própria e Manutenção Correctiva Subcontratada foi de 95% e 5%, respectivamente. Confirma-se assim o admitido na Hipótese nº5.

Relativamente aos indicadores económicos de gestão obteve-se um valor médio de 0,8% para o rácio Custo Total Anual da Manutenção / Facturação Bruta e um valor médio de 18,2% para o rácio (%) Custo Anual Manutenção Subcontratada / Custo Total Manutenção. No que diz respeito ao rácio (%) do Custo Anual de Manutenção / Facturação Bruta, o valor encontrado situa-se abaixo dos 2,9% do *Benchmark* tomado como referência. Confirma-se assim, parcialmente, no que se refere ao peso (%) Custo da Manutenção / Facturação Bruta, o admitido na Hipótese nº 6. Admite-se que algumas das explicações possíveis para o valor encontrado deste rácio, que a ser real, seria muito bom, podem estar na realização de uma manutenção menos exigente e com menos pessoal, o que eventualmente poderá também resultar numa disponibilidade operacional menor, assim como num encurtamento do tempo de vida útil dos equipamentos e instalações, a prazo. Para o rácio (%) Custo Anual Subcontratação / Custo Total da Manutenção o valor encontrado está sensivelmente em linha com o valor do *Benchmark* tomado como referência (18%).

Quanto à Formação do Pessoal da Manutenção no seu domínio específico, verificou-se que das empresas que responderam ao questionário, 55% indicam que dão essa formação e que 45% indicam que não dão essa formação específica. O valor médio calculado para a relação Custo de Formação / Custo Total Manutenção foi de 1,15% e o custo médio de Formação na área da Manutenção por cada Técnico de Manutenção foi de 340,00 € (trezentos e quarenta euros) por ano. Considera-se assim que, na área da Formação em Manutenção, a situação de 45% de empresas a referirem que não fazem formação dos seus Técnicos é de corrigir com toda a brevidade, confirmando-se o admitido na Hipótese nº 7.

Relativamente a saber qual era, na opinião dos Responsáveis da Manutenção, a primeira prioridade para que lhes fosse possível melhorar o desempenho do Serviço de Manutenção, 65% indicou a Formação dos Técnicos, 20% indicou a Melhoria dos Meios Técnicos, 10% o Aumento do Orçamento da Manutenção e 5% indicou o Aumento do Número de Técnicos. Esta resposta dos Responsáveis da Manutenção está em sintonia com o referido acima relativamente à Formação do Pessoal da Manutenção e confirma o admitido na Hipótese nº 8.

Conclusão

Considerando-se que a Gestão da Manutenção com o apoio informático e das tecnologias de Manutenção Condicionada, nomeadamente a vibrometria e termografia, assim como a formação dos técnicos de manutenção nestas áreas, pode e deve dar um contributo importante para a competitividade das empresas do Sector Industrial Transformador Português, pretendeu-se com este Estudo Exploratório fazer uma aproximação ao conhecimento da situação da presente realidade portuguesa deste Sector.

Constatou-se que apenas 40% das PME do Sector Industrial Português que responderam ao questionário possuía um sistema informático com *software* específico para o apoio à gestão da manutenção. Esta situação configura uma deficiência de meios para que se possa fazer uma gestão da Manutenção em termos actuais, mais eficaz e eficiente. O número elevado de registos a efectuar, nomeadamente no que concerne ao cadastro dos equipamentos, planeamento da manutenção, Ordens de Trabalho, histórico das intervenções, consumos de materiais, gestão de *stocks*, assim como cálculo e disponibilidade dos indicadores de gestão técnica e económica, implica a existência de um apoio informático com *software* específico. Só assim será possível ao Gestor da Manutenção ter efectivamente o controlo da sua instalação e fazer a optimização de resultados com base em informação real e coerente, integrada com o cálculo e monitorização de indicadores de gestão organizado num *tableau de bord*.

Relativamente aos meios tecnológicos próprios necessários à Manutenção Condicionada, nomeadamente equipamento de vibrometria e termografia, assim como a existência de *softwares* específicos para tratamento dos dados, verificou-se que nenhuma das empresas comportava este tipo de meios. Trata-se também de uma situação de insuficiência de meios técnicos. A disponibilidade destes meios, através da informação que permitem obter sobre o estado de condição dos equipamentos electromecânicos, permitirá que o Responsável da Manutenção possa, com maior segurança, planear as suas acções de manutenção, intervindo no momento mais correcto.

No que diz respeito aos meios humanos atribuídos à Manutenção, verificou-se que 70% dos Responsáveis do Serviço de Manutenção têm formação de nível escolar superior, mas que apenas 25% têm formação nas tecnologias de vibrometria e termografia. Considera-se positivo que 70% dos Responsáveis da Manutenção tenham formação superior. Será de continuar neste sentido, obtendo-se uma cobertura na sua totalidade. Já no respeitante à formação nas tecnologias de manutenção condicionada, aqui consubstanciadas na vibrometria e termografia, por serem de aplicação mais geral e transversal, assim como possibilitarem resultados fiáveis, a situação é mais grave. Em grande medida não possuir estes conhecimentos limita muito a capacidade de análise do verdadeiro estado de condição dos equipamentos de uma instalação de máquinas, com reflexos na segurança de funcionamento, oportunidade de intervenção e diminuição do número de avarias inesperadas.

Para os Técnicos de Manutenção, observou-se que 55% têm o nível escolar do 12º Ano ou equivalente, mas que apenas 5% têm formação nas tecnologias de vibrometria e termografia. Também neste item é positivo que 55% dos Técnicos de Manutenção tenham o 12º Ano ou equivalente, havendo que conseguir aumentar esta proporção para a totalidade. Esta escolaridade básica alargada na totalidade ao 12º Ano permitirá Técnicos com melhores bases para poderem receber e tirar proveito da formação específica em Manutenção. Tal como já se referiu acima é indispensável que os Técnicos de Manutenção também disponham da formação nas tecnologias de Manutenção Condicionada, de modo a que conjuntamente com o Responsável da Manutenção formem uma equipa coerente e motivada.

No respeitante ao modo como as empresas praticam a manutenção, nomeadamente a utilização da Manutenção Preventiva Sistemática, Manutenção Condicionada e Manutenção Correctiva, verificou-se que a totalidade pratica a Manutenção Correctiva, sendo a Manutenção Preventiva Sistemática praticada por 94% e a Manutenção Condicionada por 71%.

No que concerne ao modo como as empresas distribuem as acções de manutenção realizadas pelos próprios meios ou subcontratadas, verificou-se para a Manutenção Preventiva Sistemática reparte-se entre 90% própria e 10% subcontratada. Para a Manutenção Condicionada, constatou-se repartir-se entre 30% própria e 70%

subcontratada. A Manutenção Correctiva reparte-se entre 95% própria e 5% subcontratada.

Quanto ao peso (%) médio do Custo Anual da Manutenção na Facturação Bruta, encontrou-se um valor de 0,8%. No que diz respeito ao peso (%) médio do Custo Anual da Subcontratação no Custo Total da Manutenção verificou-se um valor de 18,2%.

O valor de 0,8% está abaixo do *Benchmark* admitido neste estudo que é de 2,9%. Algumas das explicações possíveis para o valor encontrado podem estar na realização de uma manutenção menos exigente, com pouco pessoal, e que eventualmente poderá resultar numa eventual disponibilidade operacional menor, assim como num encurtamento do tempo de vida útil dos equipamentos e instalações, a prazo.

O valor 18,2% pode ser considerado dentro do estabelecido no *Benchmark* admitido neste estudo, que é de 18%.

Relativamente à indicação da Primeira Prioridade que os Responsáveis da Manutenção dão a uma acção para melhoria do desempenho do seu Serviço de Manutenção, 65% consideram ser a de Melhorar a Formação Técnica, 20% referem a Melhoria dos Meios Técnicos, 10% indicam o Aumento do Orçamento da Manutenção e 5% consideram o Aumento do Número de Técnicos. Atendendo a estas percentagens de respostas conclui-se que para 85% dos Responsáveis da Manutenção é muito importante reforçar a componente Formação dos Técnicos de Manutenção, assim como melhorar os Meios Técnicos disponíveis no Serviço de Manutenção, o que está coerente com o indicado nas respostas individuais e revela uma consciência do que é necessário fazer para melhorar o desempenho do Serviço da Manutenção.

Tendo em atenção que este estudo foi realizado com uma base muito limitada de respostas ao questionário enviado, os resultados obtidos devem ser enquadrados no seu contexto específico, isto é, válidos apenas para a amostra observada e servindo de pistas para novas investigações.

As pistas para novas investigações sugeridas pelos resultados, pela discussão e confronto com as hipóteses poderão ser:

- Efectuar uma Consulta similar dirigida a um número substancialmente maior de empresas, segmentadas por CAE e integrando a solicitação da informação sobre a Disponibilidade Operacional. Isto permitiria termos uma visão mais correcta e alargada da realidade da Manutenção nas PME portuguesas e estudar possíveis soluções para os problemas detectados;
- Obtenção de *Benchmarks* mais actualizados, por cada Sector de Actividade, e que digam respeito às empresas industriais transformadoras dos países que estão na vanguarda das tecnologias e com quem Portugal está a competir no presente cenário da globalização. Com isto seria possível efectuar uma comparação com os resultados obtidos nas nossas PME, saber onde estamos situados e assim dispor-se da informação necessária à Tomada de Decisão no sentido do ganho de competitividade.

Referências Bibliográficas

Amaral, L.M. (2009). *Cenários para o futuro das economias portuguesa e mundial – E depois da Crise?* Lisboa: Bnomics.

Armstrong, M. (2005). *Como ser ainda Melhor Gestor*. Lisboa: Edição Actual Editora.

Assis, R. (1997). *Manutenção Centrada na Confiabilidade – Economia das decisões*. Lisboa: Lidel, Edições Técnicas.

Assis, R. (2010). *Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos*. Lisboa: Lidel – Edições Técnicas.

Association Française de Normalisation (AFNOR) (1984). *Norme AFNOR NFX 60-010, 1984*. La Plaine Saint-Denis : Autor.

Association Française de Normalisation (AFNOR) (2002). *Norme AFNOR FDX 60 – 000, 2002*. La Plaine Saint-Denis: Autor.

Cabral, J.S. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção – dos conceitos à prática*. Lisboa: Lidel, Edições Técnicas.

Craveiro, J.T., Seabra, J.O., Silva, J.M., & Nunes, N.N. (1994). Técnicas de Controlo de Condição. *Publicação MIIT, Doc.For refª 03*, 15 – 17.

Cuignet, R. (2006). *Gestão da Manutenção*. Lisboa: Lidel, Edições Técnicas.

Farinha, J.M.T. (2011). *Manutenção – A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão*. Lisboa: Monitor.

FLIR Systems (2004). *ThermaCAM™ P25 – Manual do Operador. Publ. Nº 1557 983 Rev.a62. – Portuguese (PT), 2004*. Portland, OR: Author.

Hewlett-Packard Co (1994). *Effective Machinery Measurements using Dynamic Signal Analyzers – Application Note 243*. Palo Alto, CA: Autor.

Instituto Português da Qualidade (IPQ) (2007). *Norma Portuguesa – NP EN 13269, 2007*. Lisboa: Autor.

Instituto Português da Qualidade (IPQ) (2007). *Norma Portuguesa – NP EN 13306, 2007*. Lisboa: Autor.

Instituto Português da Qualidade (IPQ) (2009). *Norma Portuguesa – NP EN 13460, 2009*. Lisboa: Autor.

Instituto Português da Qualidade (IPQ) (2009). *Norma Portuguesa – NP EN 15341, 2009*. Lisboa: Autor.

Marcelino, I. (2013, 16 Abril). Conheça as PME Líder de 2011. *Diário Económico* 5654, p. 81 – 205.

Quintas, A.C. (1988) – Definição de uma estratégia com vista à melhoria do rendimento global da empresa. *In 10º Congresso Ibero-Americano de Manutenção – Lisboa, Setembro 1988*.

Rascão, J.P. (2004). *Sistema de Informação para as Organizações*. Lisboa: Edições Sílabo.

Webgrafia

Afonso, J. (2010). *Termografia - Teoria Procedimentos e Vantagens, ITEAG, 2010*. Consultado em 26 de Abril de 2011 através de <http://iteag.net/termografia.pdf>

Brito, Mário (2003). *Manutenção – Manual Pedagógico PRONACI, AEP, 12-15*. Consultado em 26 de Abril de 2006 através de http://pme.aeportugal.pt/Aplicacoes/Documentos/Uploads/2005-03-08_15-29-06_Manuten%C3%A7%C3%A3o.pdf

Kmita, S.F. (2003). *Manutenção Produtiva Total (TPM): uma ferramenta para o aumento do índice de eficiência global da empresa*. Consultado em 26 de Dezembro de 2013 através de http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0109_1758.pdf

Marconi, W.R, Lima, C.R.C. (2003). Análise dos Custos de Manutenção e de Não Manutenção de Equipamentos Produtivos. *Revista de Ciência & Tecnologia, v. 11, nº22, 35-42*. Consultado em 15/04/2011 através de <ftp://ftp.cefetes.br/Cursos/Eletrotecnica/Cassoli/Manuten%E7%E3o%20EI%E9trica/artigos%20tecnicos/artigo%20%20Analise%20dos%20custos%20de%20manuten%E7%E3o%20e%20nao%20manuten%E7%E3o.pdf>

Morais, F.A. (2007). *Estrutura Empresarial em Portugal – Conferência Internacional sobre PME's*. Consultado em 29 de Agosto de 2013 através de <http://www.ctoc.pt/fotos/editor2/EstruturaEmpresarial.pdf>

Moresi, E.A.D. (2000). *Delineando o valor do sistema de informação de uma organização*. Consultado em 26 de Dezembro de 2013 através de <http://www.scielo.br/pdf//ci/v29n1/v29n1/v29n1a2.pdf>

Pinto, A.K. (2001). *Seminário de Aprofundamento em Terciarização na Manutenção*. Consultado em 29/08/13 através de http://www.tecem.com.br/site/downloads/artigos/tercerizacao_na_manutencao_tendencias.pdf

Serrão, C. (2006). *Os Sistemas de Informação, Organizações, Gestão e Estratégia*. Consultado em 09 de Junho de 2011 através de http://www.carlosserrao/files/GSI_0103.pdf

Sperb, C.C & Neto, H.M.F (2006). *Importância dos Sistemas de Informação na Gestão das Empresas*. Consultado em 10 de Junho de 2011 através de http://www.designvirtual.com/artigo_f8z5k8g.pdf

Tavares, L.A. (2005). *A Evolução da Manutenção – 20 anos da Abraman. Nova Manutenção Y Qualidade, 54, 2005*. Consultado em 18 de Abril de 2011 através de http://www.myq.com.br/html/revistas/54/54_abra20.htm

Anexo A

Correio electrónico de resposta do INE ao PED - 162976696



Envio de Resposta

Data: 31-07-2013
N/ Refª: PED-162976696

Caro/a Utilizador/a,
Mário Sampaio e Castro

Agradecemos o seu pedido n.º PED-162976696.

Junto enviamos o ficheiro com a informação solicitada. Pelo facto do custo da informação se encontrar abaixo do limiar mínimo de tarificação, a mesma segue sem custos associados.

Colocamo-nos ao V. dispor para eventuais esclarecimentos.
Com os nossos cumprimentos,

Apoio a Clientes
INE - Instituto Nacional de Estatística, IP
Nº 808 201 808 (rede fixa)
Nº 218 440 695 (outras redes)
9:00 às 17:30 - dias úteis

Pedidos de Informação em www.ine.pt
Visite o INE em www.ine.pt
Escolha **Contacte-nos** de **Informação/Esclarecimentos** ou siga este [link](#)
Selecione **Pedidos** de **Informação/Esclarecimentos** ou siga este [link](#)
Fax: 218 454 084

Direitos de Propriedade

A informação disponibilizada pelo Instituto Nacional de Estatística, I.P. é da sua exclusiva responsabilidade estando-lhe reservados todos os direitos de acordo com o código da Propriedade Industrial - D.L. nº 36/2003 de 5 de março e o código do Direito de Autor e dos Direitos Conexos - Lei nº 50/2004 de 24 de agosto.

O acesso à informação não dá direitos de propriedade ao utilizador. A utilização da informação para outros fins, além do direito normal de citação, carece de autorização prévia do Instituto. A utilização de pequenos excertos de informação do INE como suporte a análises ou estudos, com um propósito não comercial, deve ser sempre acompanhada da menção da fonte nos seguintes termos:
Fonte: Instituto Nacional de Estatística, I.P. - Portugal, (identificação da informação estatística referida, período de referência da informação).

[Consultar](#)

Link: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_ped_informacao_list

Ficheiro Anexo ao e-mail de resposta do INE

 <small>INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA</small> <small>INSTITUTIONAL STATISTICS</small>	
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICAS ECONÓMICAS SERVIÇO DE ESTATÍSTICAS DAS EMPRESAS Fonte: Sistema de Contas Integradas das Empresas	
Nº de sociedades	
2011	
Secção da CAE Rev.3	Sociedades PME (Nº)
A	10.584
B	864
C	38.477
D	725
E	954
F	44.733
G	96.520
H	18.593
I	32.484
J	8.186
L	24.070
M	34.255
N	11.745
P	4.907
Q	18.510
R	4.449
S	9.437
* - De acordo com o critério definido no Decreto-Lei n.º 372/2007 de 6 de Novembro, que também tem por base a recomendação da Comissão Europeia de 6 de Maio de 2003: "A categoria das micro, pequenas e médias empresas (PME) é constituída por empresas com menos de 250 pessoas ao serviço e volume de negócios inferior ou igual 50 000 000€ ou balanço (total do activo líquido) inferior ou igual 43 000 000€".	

Ficheiro Anexo ao e-mail de resposta do INE

 INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA ESTADÍSTICO PORTUGUÊS				
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICAS ECONÓMICAS SERVIÇO DE ESTATÍSTICAS DAS EMPRESAS Fonte: Sistema de Contas Integradas das Empresas				
Nº de sociedades (PME*), com 50 a 249 pessoas ao serviço				
				2011
Secção da CAE Rev.3	Regiões NUTS III_cod	Regiões NUTS III_dsg	Sociedades PME (Nº)	VVN (Euros)
TOTAL			2.074	19.257.789.906
C	111	Minho-Lima	40	360.104.255
C	112	Cávado	130	913.832.040
C	113	Ave	293	2.157.485.322
C	114	Grande Porto	235	2.110.693.563
C	115	Tâmega	266	1.351.328.462
C	116	Entre Douro e Vouga	179	1.393.414.574
C	117	Douro	9	90.938.729
C	118	Alto Trás-os-Montes	7	54.476.367
C	150	Algarve	9	36.055.863
C	161	Baixo Vouga	157	1.660.421.807
C	162	Baixo Mondego	39	421.313.005
C	163	Pinhal Litoral	86	777.453.682
C	164	Pinhal Interior Norte	25	245.246.032
C	165	Dão-Lafões	55	591.908.241
C	166	Pinhal Interior Sul	9	66.164.569
C	167	Serra da Estrela	3	17.771.266
C	168	Beira Interior Norte	9	68.779.952
C	169	Beira Interior Sul	12	111.476.601
C	16A	Cova da Beira	22	128.934.387
C	16B	Oeste	65	565.728.562
C	16C	Médio Tejo	49	682.038.872
C	171	Grande Lisboa	187	2.526.280.506
C	172	Península de Setúbal	62	1.218.764.746
C	181	Alentejo Litoral	9	139.616.182
C	182	Alto Alentejo	10	118.640.780
C	183	Alentejo Central	25	260.006.845
C	184	Baixo Alentejo	7	89.040.591
C	185	Lezíria do Tejo	38	697.627.440
C	200	Região Autónoma dos Açores	22	315.464.102
C	300	Região Autónoma da Madeira	15	86.782.563
* - De acordo com o critério definido no Decreto-Lei n.º 372/2007 de 6 de Novembro, que também tem por base a recomendação da Comissão Europeia de 6 de Maio de 2003: "A categoria das micro, pequenas e médias empresas (PME) é constituída por empresas com menos de 250 pessoas ao serviço e volume de negócios inferior ou igual 50 000 000€ ou balanço (total do activo líquido) inferior ou igual 43 000 000€".				

Anexo B

Blocos de Perguntas do Questionário

B1		IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA	
NOME DA EMPRESA			
MORADA			
DISTRITO			
ACTIV. ECONÓMICA		CAE	
ANO INÍCIO ACTIVIDADE			
Nº TOTAL TRABALHADORES DA EMPRESA			
Nº TRABALHADORES DA MANUTENÇÃO			

B2		MEIOS EXISTENTES NA MANUTENÇÃO	
MEIOS TÉCNICOS			
	SIM	NÃO	
Sistema Informático para Serviço da Manutenção			
	SIM	NÃO	
Programa (software) para Gestão da Manutenção			
	SIM	NÃO	
Câmara de Termografia			
	SIM	NÃO	
Programa (software) para Tratamento Imagens			
	SIM	NÃO	
Medidor / Analisador Vibrações Mecânicas			
	SIM	NÃO	
Programa (software) para análise Vib. Mecânicas			

NOTA: Assinalar com uma X a sua resposta.

MEIOS HUMANOS				
Nível de Formação Escolar				
	Superior	12º / Equiv.	9º Ano	
Responsável da Manutenção				
	12º / Equiv.	9º Ano	Outro	
Técnicos de Manutenção				
Formação Técnica - Tecnologias Manutenção Condicionada				
	Vibrometria		Termografia	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Responsável da Manutenção				
	SIM	NÃO	SIM	NÃO
Técnicos de Manutenção				

B3	COMO REALIZA A MANUTENÇÃO			
	SIM	NÃO	% Própria	% Subcont.
Manutenção Prevent. Sistemática				
	SIM	NÃO	% Própria	% Subcont.
Manutenção Condicionada				
	SIM	NÃO	% Própria	% Subcont.
Manutenção Correctiva				

B4	INDICADORES ECONÓMICOS DE GESTÃO	
Tendo em atenção o Biénio 2011 - 2012, indicar:		
Valor médio Anual da Facturação Bruta		Euros
Valor médio Anual do Custo Total Manutenção		Euros
Valor médio Anual Custo da Subcontratação Manutenção		Euros
Valor médio Anual do Custo Formação Pessoal Manutenção		Euros

B5	MELHORAMENTO DO DESEMPENHO DO SEU SERVIÇO DE MANUTENÇÃO			
Tendo em atenção as quatro SITUAÇÕES CONSIDERADAS, assinale as suas Prioridades para melhorar os resultados da actividade do seu Serviço de Manutenção.				
SITUAÇÕES CONSIDERADAS	1ª P	2ª P	3ª P	4ª P
Melhorar Formação dos Técnicos				
Aumentar N.º. Técnicos da Manut.				
Melhorar os Meios Técnicos				
Aumentar Orçamento da Manut.				
NOTA: Assinalar com uma X as suas respostas				
<p>Formação Técnicos: Inclui aquisição de conhecimentos técnicos mais adequados à função. N.º Técnicos Manut.: Quantitativo de pessoal técnico necessário. Meios Técnicos: Inclui instalações oficinais, ferramentas, equipamento de medição / teste, etc. Orçamento Manutenção: Inclui verba para aquisição de materiais, sobressalentes e serviços necessários às acções de manutenção.</p>				
<p>Em caso de qualquer Dúvida</p> <p>Por favor, contactar-me:</p> <p>Telemóvel: 935132235 E-mail: mariosampaiocastro@gmail.com</p>				
DEPOIS DE PREENCHER ENVIAR PARA:				
mariosampaiocastro@gmail.com				

Anexo C

Minuta da Carta de Apresentação da Tese enviada às Empresas

CARTA DE APRESENTAÇÃO

Lx, --/--/2013

Exmos. Srs.

Sou aluno do Instituto Superior de Gestão (ISG) e estou a preparar a minha Tese de Mestrado que tem como título “Gestão da Manutenção na Competitividade das PME do Sector Industrial Transformador Português”. O peso (%) da Gestão da Manutenção, na competitividade aceleradamente global das nossas empresas, está hoje na ordem do dia.

O objectivo é o de conhecer globalmente, nas PME do Sector Industrial de Transformação Português, a realidade do nosso país no que concerne às práticas da Gestão da Manutenção (Preventiva Sistemática, Condicionada e Correctiva), se são utilizados meios informáticos (hardware e software de apoio à tomada de decisão), se as empresas utilizam apenas recursos internos, se utilizam recursos externos (outsourcing da especialidade) ou soluções mistas, assim como saber de alguns dos principais indicadores económicos da Gestão da Manutenção e o seu peso (%) relativamente à Facturação Bruta.

O estudo terá por base um Inquérito a realizar aos Responsáveis de Manutenção das PME do Sector Industrial Transformador Português, cujo questionário junto em anexo.

No trabalho a realizar é garantido que não serão indicados os nomes das empresas, organizações ou indivíduos que participarem no Inquérito. Somente serão divulgados os indicadores estatísticos globais, tais como médias de resposta, desvios padrões, diferenças de médias ou outras operações estatísticas globais.

Para a elaboração do estudo foram seleccionadas 137 PME (como amostra) do Sector Industrial Transformador Português de um universo de 2.074 (dados do INE relativos a 2011), sendo auma delas.

Deste modo, muito agradecia a vossa colaboração com a resposta ao Inquérito até -
--/--/2013.

Em caso de qualquer dúvida, estou contactável no endereço electrónico mariosampaiocastro@gmail.com, ou pelo Tm 935132235.

Com os meus melhores cumprimentos,

Mário Sampaio e Castro