

**TPM na Manutenção na
Bosch Termotecnologia S.A.**

Diogo dos Santos Ramos

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Professor Nuno Soares

Orientador na Bosch Termotecnologia SA: Engenheiro Luís Clemêncio



FEUP

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

05-07-2010

À minha família e à Catarina

Resumo

O presente projecto surge com o intuito de inverter a situação da manutenção na Bosch Termotecnologia SA, no que toca às actividades de Manutenção Planeada. A situação vigente é caracterizada pela inexistência de uma estrutura uniforme e organizada e pela falta de bases que possibilitem a implementação da Manutenção Planeada. A filosofia na qual é baseado este projecto é o *Total Productive Maintenance* (TPM), o qual visa uma redução da variabilidade e o aumento da estabilidade dos processos, concentrando-se sobretudo no aumento da disponibilidade dos equipamentos e na melhoria do seu comportamento.

Após um diagnóstico da situação vigente é elaborado um conjunto de ferramentas teóricas e práticas que possibilitem a realização do planeamento, execução e controlo das actividades de Manutenção Planeada.

Neste contexto, e com as ferramentas criadas, será possível nomear dois equipamentos que, pela sua criticidade, serão alvos piloto da implementação da Manutenção Planeada.

Após a implementação das melhorias propostas é possível observar uma melhoria no fluxo das actividades e no fluxo de informação da Manutenção Planeada, assim como uma maior transparência em todo o processo. Uma melhor definição dos equipamentos críticos permite concentrar esforços naqueles com maior frequência de avarias.

Ao nível da execução dos trabalhos é igualmente possível constatar uma alteração no comportamento dos técnicos, passando estes a ter uma atitude mais activa em relação a situação verificada inicialmente.

TPM in maintenance

Abstract

This project has the intention of reversing the maintenance at Bosch Termotecnologia SA regarding the activities of the planned maintenance. The situation is characterized by the absence of a uniform and organized structure and by the lack of conditions to enable the implementation of the planned maintenance. The philosophy on which this project is based is the Total Productive Maintenance (TPM) which aims to reduce variability and to increase the stability of the processes, focusing mainly on increasing the availability of the equipment and improving its behavior.

After a diagnosis of the current situation are elaborated a number of theoretical and practical tools that enable the carrying out of planning, implementation and monitoring of planned maintenance activities.

In this context, and with the tools created, it will be possible to name two equipments which by their criticism are targets of the pilot implementation of planned maintenance.

After the implementation of the proposed improvements, one can observe an improvement in the activity flow and in the information flow of planned maintenance, as well as a greater transparency of the whole process. A better definition of critical equipment will be achieved which will lead to take more efforts in the more critical equipments and to save efforts in the less critical equipments.

At the execution level it is also possible to see a change in the technicians' behavior, who will take a more active attitude towards their work.

TPM in der Instandhaltung

Zusammenfassung

Das vorliegende Projekt plant die Umstellung der Wartungssituation bei Bosch Termotecnologia SA bezüglich der Tätigkeiten der geplanten Wartung. Die derzeitige Situation kennzeichnet sich durch das Fehlen einer einheitlichen Struktur und durch eine Organisation, die keine Basis für die Einführung der geplanten Wartung besitzt. Die Philosophie, auf der dieses Projekt beruht, ist die *Total Productive Maintenance* (TPM), die die Reduzierung der Variabilität und die Erhöhung der Stabilität der Prozesse zum Ziel hat. TPM konzentriert sich dabei hauptsächlich auf die Verbesserung der Verfügbarkeit der Ausrüstung und ihres Verhaltens.

Nach einer Bestandsaufnahme der derzeitigen Situation werden eine Reihe von theoretischen und praktischen Werkzeugen erarbeitet, die die Verwirklichung der Planung, Ausführung und Überwachung der Tätigkeiten der geplanten Wartung ermöglichen sollen.

Mit den geschaffenen Werkzeugen wird es möglich sein zwei Ausrüstungen zu bestimmen, die dazu geeignet sein werden die geplante Wartung in die Tat umzusetzen.

Nach der Einführung der Erneuerungen wird eine Verbesserung im Tätigkeitsfluss und im Informationsfluss der geplanten Wartung sowie eine erhöhte Transparenz des gesamten Prozesses zu beobachten sein. Es wird eine bessere Definition der kritischen Ausrüstungen erreicht, was zur Steigerung der Anstrengungen in den kritischen Bereichen führt und zur Reduzierung von Anstrengungen in den weniger kritischen Bereichen.

Auf der Ebene der Durchführung der Arbeiten kann auch eine Veränderung im Verhalten der Fachkräfte festgestellt werden, die zu einer aktiveren Haltung übergehen werden.

Agradecimentos

A todo o departamento do TEF-1 da Bosch Termotecnologia, pelo apoio prestado e pelo bom ambiente vivido ao longo do desenvolvimento deste projecto.

Ao Engenheiro Luís Clemêncio, por todo o apoio demonstrado, disponibilidade, dinâmica transmitida e pela sua permanente disponibilidade para prestar os esclarecimentos solicitados.

Ao Professor Nuno Soares, da FEUP, pela orientação ao longo do projecto.

À Bosch Termotecnologia, pela oportunidade que me deu para desenvolver este trabalho.

À D. Heidemarie pela sua importante ajuda ao longo da elaboração deste projecto.

E principalmente aos meus amigos, pais, irmã e à Catarina pelo apoio, compreensão e incentivos constantes.

A todos, o meu muito obrigado.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Estrutura do documento	1
1.2	Grupo Bosch	1
1.3	Bosch Termotecnologia S.A.	2
1.4	Motivação	3
1.5	Objectivo	3
1.6	Método de trabalho	3
1.7	Limitações	4
1.8	BPS	4
2	Revisão Bibliográfica	6
2.1	A Manutenção	6
2.1.1	Definição da Manutenção	6
2.1.2	Tipos de Manutenção	6
2.2	Fiabilidade – Manutibilidade – Disponibilidade	7
2.2.1	Fiabilidade	8
2.2.2	Manutibilidade	9
2.2.3	Disponibilidade Intrínseca	9
2.3	Planeamento e Controlo da Manutenção	10
2.3.1	A necessidade de Planear a Manutenção	11
2.4	TPM	12
2.4.1	Casa TPM	12
2.4.2	Pilares TPM	13
2.4.3	OEE	15
3	Apresentação do caso de estudo	17
3.1	Histórico	17
3.2	Cenário Inicial	17
3.3	Organização do Departamento	18
3.4	Estudo das rotinas de atendimento das solicitações de serviço de Manutenção Planeada	20
3.5	Objectivos gerais após análise do problema	21
4	Criação de ferramentas que suportem as actividades de Manutenção Planeada	22
4.1	Fichas de Instrução <i>Standard</i> para actividades de Manutenção Planeada	22
4.2	Indicadores de Manutenção – Criação da Base de Dados	24
4.3	Definição de equipamentos com plano de Manutenção Planeada	27
4.4	Optimização do fluxo	28
4.4.1	Criação de sistemática de confirmação das tarefas efectuadas	29
4.4.2	Análise e eliminação dos pontos fracos do equipamento e processos e eliminar as suas causas	29
4.4.3	Zona para actividades de Manutenção Planeada	30
4.4.4	Criação de mapa da fábrica	31
4.5	Calendário anual	31
4.6	Cockpit Chart com os principais indicadores do 3º Pilar	32
5	Aplicação prática	33
5.1	Linha de teste de estanquicidade	33

5.2 Sistema de Colagem de silicone	37
6 Apresentação e análise de resultados	40
6.1 Importância das ferramentas criadas no desenrolar das actividades de Manutenção Planeada	40
6.2 Evolução dos indicadores	41
7 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro	44
8 Referências	46
ANEXO A: Diagrama de Gantt de calendarização das tarefas do projecto de estágio	47
ANEXO B: Análise da proporção de actividades de Manutenção Planeada por áreas de intervenção	48
ANEXO C: Folha de nota de encomenda interna	49
ANEXO D: Folhas de sugestões	50
ANEXO E: Folha de registo do OEE	51
ANEXO F: Matriz de definição por classes segundo diferentes critérios de avaliação	52
ANEXO G: Fluxo de decisão sobre definição de equipamentos com Manutenção Planeada de acordo com a definição de critérios da tabela	53
ANEXO H: Folha de Serviço das actividades de Manutenção Planeada	54
ANEXO I: Fluxo de Trabalho das actividades de Manutenção Planeada	55
ANEXO J: Daily Schedule Worksheet.....	56
ANEXO K: Open Point List.....	57
ANEXO L: Calendário anual das actividades de Manutenção Planeada para uma secção	58
ANEXO M: Cockpit Chart de uma linha	59
ANEXO N: Cockpit Chart com os indicadores do Departamento da manutenção	60
ANEXO O: Esquema hidráulico do Sistema de Colagem de Silicone	61
ANEXO P: Análise de pedidos de intervenção por postos	62
ANEXO Q: Folhas de registo de entrada de bombas em armazém	63
ANEXO R: Definição Estratégica do departamento de manutenção.....	64
ANEXO S: Ficha de instrução de Manutenção Planeada (Linha de teste de estanquidade) (frente).....	65
ANEXO T: Ficha de instrução de Manutenção Planeada (Linha de teste de estanquidade) (verso)	66
ANEXO U: Ficha de instrução de Manutenção Planeada (Sistema de Colagem do Silicone) (frente).....	67
ANEXO V: Ficha de instrução de Manutenção Planeada (Sistema de Colagem do Silicone) (verso)	68

Lista de abreviaturas

BPS – *Bosch Production System*

CIP – Processo de melhoria Contínua (*Continuous Improvement Process*)

D – Disponibilidade Intrínseca

MC – Manutenção Curativa

ME – Manutenção de Emergência

MNP – Manutenção Não-Planeada

MP – Manutenção Planeada

MTBF – Tempo médio entre falhas (*Mean Time Between Failures*)

MTTR – Tempo médio de reparação (*Mean Time To Repair*)

MWT – Tempo médio de espera (*Mean Waiting Time*)

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OT – Ordem de Trabalho

TE – Tempo de espera

TPM – Manutenção produtiva total (*Total Productive Maintenance*)

TPS – *Toyota Production System*

Índice de Figuras

Figura 1 – Bosch Termotecnologia SA em Cacia, Aveiro (Fonte: internet Bosch)	2
Figura 2 – Elementos e ferramentas do Bosch Production System (Fonte: intranet Bosch).....	5
Figura 3 – Fluxograma em árvore dos tipos de manutenção (Fonte: Cabral, 2004)	7
Figura 4 – Fiabilidade – Manutibilidade – Disponibilidade (Fonte: Ferreira, 1998)	8
Figura 5 – Fluxograma de Planeamento e Controlo das actividades (Fonte: Ferreira, 1998) ..	10
Figura 6 – Casa TPM – Modelo Bosch (Fonte: intranet Bosch)	13
Figura 7 – Quadro explicativo do OEE (Fonte: intranet Bosch)	15
Figura 8 – Organograma do departamento da manutenção (Fonte: Documentação da Bosch)	19
Figura 9 – Gráficos de análise das actividades de manutenção.....	19
Figura 10 – Ficha tipo de instrução de Manutenção Planeada (frente e verso).....	23
Figura 11 – Diagrama base ilustrativo do fluxo de informação	25
Figura 12 – Interface da base de dados.....	27
Figura 13 – Zona dedicada as actividades de Manutenção Planeada	30
Figura 14 – Diagrama em árvore demonstrador da ordem de partição das folhas de serviço ..	31
Figura 15 – Linha de teste de estanquicidade.....	34
Figura 16 – Fotos antes e depois do sistema de fixação dos cilindros	35
Figura 17 – Fotos antes e depois do sistema de fixação dos tubos.....	35
Figura 18 – Foto do sistema de fixação dos componentes aos cilindros.....	35
Figura 19 – Foto da palete convencional (à esquerda); Foto de palete protótipo (à direita)	36
Figura 20 – Sistema de colagem de silicone	37
Figura 21 – Gráfico da evolução do indicador disponibilidade intrínseca	41
Figura 22 – Gráficos da evolução dos indicadores MTBF e MTTR	42

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Registo dos valores de pressão do componente A.....	38
Tabela 2 – Registo dos valores de pressão do componente B.....	38
Tabela 3 – Valores de pressão definidos para funcionamento do equipamento.....	38
Tabela 4 – Lista de acções de melhoria de funcionamento do equipamento	39
Tabela 5 – Análise à durabilidade das bombas do componente A e B.....	42

Página deixada intencionalmente em branco.

1 Introdução

A globalização da economia, a grande competitividade e a concorrência do mercado que actualmente subsiste obrigam empresas a procurarem adequar-se cada vez mais às exigências dos clientes. Produzir cada vez mais, com melhor qualidade com menos recursos e mais celeridade, passaram a ser desafios comuns para aquelas indústrias que pretendem permanecer no mercado.

Os desígnios globais de uma organização visam prioritariamente a sobrevivência competitiva. Sendo assim, todos os factores que influenciam essa competitividade assumem evidente relevância. Analisando esses factores, a manutenção aparece como um dos que tem sido mais negligenciado ao longo do tempo. No início, a manutenção era vista como sendo uma tarefa secundária, predominantemente relacionada a grandes custos, alvo de reduções fortes em tempo de crise ou em situações económicas difíceis. Devido a conjuntura actual passou, pelos custos das suas intervenções, a ser considerada um factor capital na estrutura de custos das organizações, capaz de alterar radicalmente os índices de produtividade, e consequentemente a capacidade de gerar lucro.

De forma a tornar a manutenção mais eficiente torna-se imprescindível planear e controlar os trabalhos de forma automatizada com recurso a processos robustos e padronizados.

1.1 Estrutura do documento

Com vista a uma fácil e perceptível leitura, o documento que se segue foi organizado em 7 capítulos, sendo que cada capítulo se divide em vários subcapítulos.

No Capítulo 1 é apresentado o Grupo Bosch e a Bosch Termotecnologia SA e é realizada uma breve descrição do projecto.

No Capítulo 2 é abordada toda a componente teórica, nomeadamente o *Total Productive Maintenance* (TPM), TPM – Modelo Bosch, a manutenção, os indicadores fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade intrínseca e ainda o planeamento da manutenção.

No Capítulo 3 é apresentado o departamento da manutenção, analisando a situação actual bem como o decorrer das actividades de Manutenção Planeada.

No Capítulo 4 são apresentadas as ferramentas criadas com o intuito de resolver o paradigma das actividades de Manutenção Planeada nesta organização. São abordadas todas as soluções para os problemas encontrados durante o decorrer do projecto.

No Capítulo 5 são apresentados dois casos práticos de implementação do TPM – 3º Pilar Modelo Bosch.

No Capítulo 6 são apresentados os resultados de todas as acções tomadas.

No Capítulo 7 são apresentadas as conclusões do trabalho efectuado, bem como sugestões para possíveis trabalhos futuros.

1.2 Grupo Bosch

Robert Bosch fundava no ano de 1886, em Estugarda, a “Oficina de Mecânica de Precisão e Engenharia Eléctrica”. Este era o nascimento da Robert Bosch GmbH, actualmente uma das

maiores empresas industriais privadas a nível mundial, presidida desde de Julho de 2003 por Franz Fehrenbach.

O Grupo Bosch é detido em 92% pela fundação Robert Bosch. Esta tem a seu cargo as actividades filantrópicas e sociais tal como estipulou o seu fundador alargando os seus objectivos para corresponder à sociedade moderna. Reforçado esta ideia Robert Bosch diria "Nunca esqueças a tua humanidade e respeita a dignidade humana ao tratar os outros".¹

No ano fiscal de 2008 o grupo gerou um volume de negócios de 45.1 mil milhões de euros. O peso do investimento em Investigação e Desenvolvimento ascendeu aos 3.9 mil milhões de euros, correspondente a cerca de 8,6 % do volume de negócios, demonstrando a vertente inovação que desde sempre guiou este grupo. Conta a nível global com cerca de 280.000 colaboradores.

O Grupo Bosch subdivide-se em três áreas de negócio: Tecnologia Automóvel, Tecnologia Industrial, Bens de Consumo e Tecnologia de Construção. A Bosch Termotecnologia SA, em Aveiro, está integrada na área de negócios dos Bens de Consumo e Tecnologia de Construção.

1.3 Bosch Termotecnologia S.A.

Com base num contrato de licenciamento com o Grupo Bosch, surge em Cacia, Aveiro, em 1977 a Vulcano. Utilizando a mesma tecnologia na produção que o Grupo Bosch, depressa se tornou líder do mercado nacional de esquentadores.

Para esta liderança em muito contribuiu a qualidade dos seus aparelhos produzidos, uma clara estratégia de vendas e a assistência pós-vendas. Em 1988, com a aquisição por parte do Grupo Bosch, a empresa passa a integrar a divisão Termotécnica, passando então a ser denominada por Vulcano Termodomésticos SA. O Grupo Bosch transfere então novos equipamentos e competências iniciando um processo de especialização dentro do grupo. Em 1992, torna-se líder europeu e terceiro produtor a nível mundial no mercado de esquentadores. Um ano mais tarde é criada uma unidade de investigação e desenvolvimento, fazendo da Bosch Termotecnologia SA um centro de inovação e de avanço tecnológico a nível mundial.



Figura 1 – Bosch Termotecnologia SA em Cacia, Aveiro (Fonte: internet Bosch)

¹ Intranet Bosch

Para além do fabrico e comercialização do produto, é presentemente a responsável pelas empresas do grupo que fabricam produtos com tecnologia de aquecimento de águas, oferecendo uma gama de produtos na área dos esquentadores, caldeiras, termoacumuladores, sistemas solares e aquecimento.

Conta actualmente com cerca de 1.000 colaboradores, um volume de vendas de 170 milhões de euros e encontra-se presente em 54 países através da comercialização internacional de marcas próprias do Grupo (Bosch, Buderus, Junkers, Leblanc, Vulcano) ou de clientes.

A Bosch Termotecnologia SA apresenta uma visão e missão muito claras. A sua visão é “ [...] uma posição de liderança mundial em aquecimento de águas através da inovação e rentabilidade [...] ”, sendo a sua missão a “ [...] satisfação do cliente [...]” (Intranet Bosch).

1.4 Motivação

Atendendo à relevância da manutenção para a Bosch Termotecnologia SA, à complexidade e à diversidade dos processos e equipamentos utilizados, é de extrema importância adoptar procedimentos que possibilitem a melhoria do sistema de Planeamento e Controlo da Manutenção. A escassez de informação ao nível da gestão para a tomada de decisões ou ao nível operacional para a execução de tarefas acarreta prejuízos que se podem tornar críticos. De forma a poder responder a este paradigma torna-se imprescindível criar ferramentas que permitam facultar dados e informação concreta sobre a disponibilidade e fiabilidade de cada equipamento, assim como criar meios que proporcionem informação padronizada para a execução de tarefas por parte da força laboral.

1.5 Objectivo

O presente projecto de dissertação tem como objectivo o desenvolvimento de ferramentas que permitam melhorar o trabalho preparatório, corrente e posterior às actividades de Manutenção Planeada.

Para alcançar este objectivo concreto o autor procura:

- Efectuar uma revisão bibliográfica sobre o tema proposto que possibilite servir como referencial teórico no desenvolvimento do projecto;
- Identificar boas práticas, metodologias, ferramentas, processos e actividades existentes actualmente para o sector da manutenção;
- Participar activamente nas actividades e no desenvolvimento de trabalhos na área da manutenção efectuadas na Bosch Termotecnologia SA, e relatar os resultados e as experiências práticas decorrentes da aplicação das metodologias implementadas durante o período de desenvolvimento deste projecto.

1.6 Método de trabalho

A metodologia de trabalho empregue consiste em realizar um estudo sobre a situação actual fazendo uma análise crítica à mesma. Seguidamente serão criadas ferramentas que permitam colmatar os problemas identificados aquando da realização do estudo da situação actual. Após a realização destas tarefas serão abordados dois casos práticos nos quais será aplicada uma metodologia de implementação da Manutenção Planeada e na qual tentarão ser quantificados

os ganhos da implementação desta mesma metodologia. No anexo A é possível visualizar o planeamento deste projecto de estágio segundo um diagrama de Gantt.

1.7 Limitações

Esta dissertação visa promover a implementação do 3º Pilar do TPM na Bosch Termotecnologia SA. Os aspectos humanos e sociais não foram alvo de mais profunda exploração, no entanto, poderão ser objecto de estudo de futuros trabalhos.

No que diz respeito a disposição da estrutura organizacional do departamento da manutenção, não foi alvo de estudo a possibilidade de modificações na estrutura, no entanto, o autor tentou definir e tornar explicitas as funções de cada um dos actores nas actividades de Manutenção Planeada.

A situação actual da Manutenção Planeada inviabiliza uma análise consistente dos resultados numa diminuta janela temporal, uma vez que a grande esmagadora maioria das intervenções de carácter planeado realizadas na Bosch Termotecnologia SA são actualmente efectuadas semestralmente e/ou anualmente.

O estudo em questão sofre igualmente de uma limitação no que se refere à realidade vigente, uma vez que a organização se encontra no meio de uma mudança para um novo software para o departamento da manutenção, e assim não existe muita receptividade no que diz respeito a alterações ao software actual.

1.8 BPS

A *Bosch Production System*, abreviado pela sigla BPS é segundo a Bosch “uma iniciativa para todo o grupo Bosch, assente em 8 princípios e que tem por base a gestão integrada da cadeia de valor.”²

O BPS é no fundo uma metodologia transversal e presente em todas as acções realizadas no Grupo Bosch. Esta metodologia tem como desígnios fundamentais:

- Redução do desperdício em todos os processos, tornando-os mais simples, mais transparentes e mais flexíveis;
- Envolvimento de todos os colaboradores no seu trabalho diário, de modo a ultrapassar as expectativas dos clientes e melhorar a rentabilidade da empresa.

Este sistema de produção tem por base o *Toyota Production System* (TPS) nascido no Japão, assentando em oito princípios ou valores fundamentais:

- i. Sistema Pull – Produzir apenas o que o cliente deseja, respondendo à quantidade e as suas especificações.” (Bosch Intranet).
- ii. Orientação para o processo – Criar, otimizar e controlar processos globais, com os objectivos orientados para os clientes. O aumento da eficiência e diminuição dos desperdícios deve ser feita analisando o processo como um único elemento, e não efectuando melhoria individualmente posto a posto.
- iii. Qualidade perfeita – Orientação para o objectivo de “zero defeitos”. Não se devem criar sistemas para detectar erros mas sim para os evitar. Através de uma combinação

² Intranet Bosch

de medidas preventivas e de ciclos de controlo rápidos, é possível evitar a repetição de erros e conseguir executar correctamente o proposto.

- iv. Flexibilidade – Os sistemas devem ser facilmente adaptáveis às necessidades dos clientes de forma a conseguir acompanhar a constante mudança dos requisitos esperados. A flexibilidade deve estar presente tanto nos equipamentos como nos colaboradores. É essencial a rotatividade dos colaboradores entre linhas e a sua adaptação a alteração de horários.
- v. Standardização – Adoptar sempre procedimentos testados e normalizados permitindo conferir estabilidade ao processo e detectar precocemente desvios para sua imediata correcção.
- vi. Transparência – Através de processos transparentes, os desvios aos objectivos são imediatamente visíveis e todos conhecem as suas tarefas e objectivos. Assim é possível detectar facilmente a origem dos problemas que tenham ocorrido e executar a sua correcção.
- vii. Melhoria contínua – Não existe nada que não possa ser melhorado. A situação corrente deve servir apenas de base para melhoria. Todos os processos devem estar sob controlo, através de uma melhoria contínua, eliminação de desperdícios e uma constante normalização de processos.
- viii. Colaboração, envolvimento e dedicação por parte de todos os colaboradores – Os colaboradores são a base de toda a organização e só com o seu envolvimento e responsabilização ao nível do processo é possível atingir os objectivos anteriormente descritos.

Os princípios anteriormente enumerados encontram-se interligados e só através de várias ferramentas e técnicas, englobadas no BPS, podem ser implementados. Muitas destas ferramentas e técnicas emergiram do TPS, sendo que outras foram entretanto desenvolvidas.

Consequentemente, hoje existe um largo leque de ferramentas e técnicas que apoiam esta empresa no sentido da melhoria contínua.

Como é possível observar na figura 2 o *Total Productive Maintenance* – TPM é uma das ferramentas utilizadas pelo BPS.

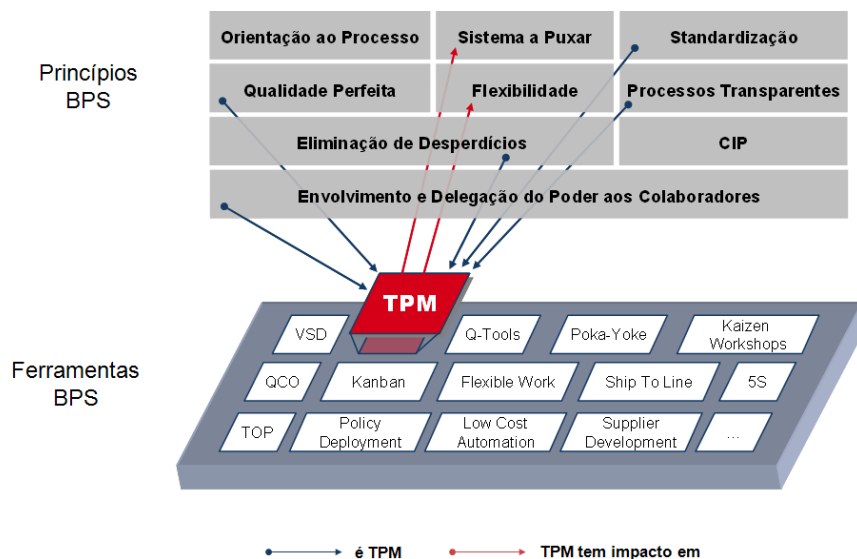


Figura 2 – Elementos e ferramentas do Bosch Production System (Fonte: intranet Bosch)

2 Revisão Bibliográfica

O presente capítulo apresenta uma revisão bibliográfica sobre o processo da manutenção industrial, com enfoque na metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*).

Inicialmente os conceitos da temática manutenção são explorados, é apresentada a manutenção, nomeadamente a definição e os tipos de manutenção existentes. Seguidamente serão apresentados os conceitos de Fiabilidade, Manutibilidade e Disponibilidade Intrínseca. No decorrer deste capítulo é realizada uma abordagem ao tema planeamento e controlo na manutenção. No final deste capítulo a metodologia do TPM – Modelo Bosch é abordada.

2.1 A Manutenção

2.1.1 Definição da Manutenção

A manutenção é o ramo da engenharia que visa manter, por longos períodos, os activos fixos da empresa em condições de atender plenamente às suas funções. Consiste na preservação da função de equipamentos, instalações gerais e edificações, procurando obter de cada um o maior tempo de vida útil possível e eliminar paralisações quando estiverem a operar. Os objectivos principais da manutenção são:

- Acompanhar o desempenho eléctrico e mecânico dos equipamentos envolvidos nas operações de fabrico ou de serviços, maximizando a sua vida útil e minimizando o tempo de paragem em serviço;
- Efectuar controlos, registando anomalias e ocorrências com o equipamento, visando identificar o tipo e frequência dos problemas mais comuns de forma a permitir efectuar a correcção antecipada;
- Efectuar lubrificações, consertos e reformas nos equipamentos;
- Seleccionar dentro de uma abordagem técnica, os consumíveis a serem utilizados (massas, óleos, etc.), fornecendo a quantidade necessária à plena funcionalidade do processo.

A manutenção pode ser definida como o conjunto das acções destinadas a assegurar as funções do equipamento e instalações, garantindo que estes são intervencionados nas oportunidades e com o alcance certos, de forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global optimizado (Higgins, 2002).

2.1.2 Tipos de Manutenção

Analisando diversa bibliografia existente em manutenção torna-se evidente a grande discordância existente quanto a designações e modelos de manutenção, alguns dos quais são duplicações e outros são totalmente desnecessários. Qualquer tentativa para classificar os modelos de manutenção será sempre sujeita a críticas, isto porque não existe um consenso comum em relação às designações de manutenção, nem às atribuições de cada tipo de manutenção.

A forma mais correcta de classificar a manutenção será dividi-la em Manutenção Planeada (MP) e Manutenção Não-Planeada (MNP) (Cabral, 2004). Regra geral, qualquer que seja a política de manutenção adoptada, é sempre mais económico planejar uma actividade do que

não planear. Isto porque, para além dos custos directos da não-produção (devida a problemas com o equipamento), há que considerar os custos indirectos, de difícil contabilização, mas de graves consequências para a empresa, como por exemplo a perda de clientes e degradação da imagem da empresa. Apesar disto, também se deverá considerar que existem limites na extensão do planeamento da manutenção, i.e. a Manutenção Planeada (MP) poderá não ser técnica e economicamente aconselhável a todos os equipamentos, havendo sempre lugar para a Manutenção Não-Planeada (MNP).

De um modo geral, a manutenção de equipamentos pode ser esquematizada conforme o diagrama apresentado na figura 3.

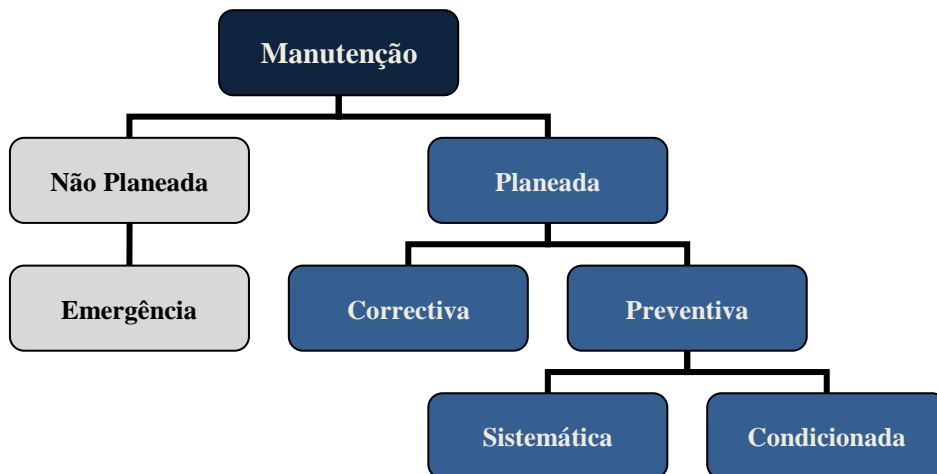


Figura 3 – Fluxograma em árvore dos tipos de manutenção (Fonte: Cabral, 2004)

O tipo de manutenção mais antigo consiste em deixar o equipamento operar até à ocorrência de uma avaria para então proceder à sua reparação. Este tipo de manutenção é conhecido por Manutenção de Emergência (ME). No entanto, a existência de equipamentos cada vez mais complexos, e a necessidade de reduzir os custos esteve na origem da Manutenção Planeada (MP).

A Manutenção Planeada tem em vista a redução do risco de ocorrência de avarias, e é adequada para equipamentos que exibam um comportamento regular, que permita estimar com algum rigor os modos de falha.

Independentemente do tipo de classificação proposto, o objectivo a alcançar deverá ser a diminuição da percentagem dos trabalhos não-planeados com o mínimo custo, ou de outra forma, maximizar a disponibilidade do equipamento com o mínimo custo possível.

2.2 Fiabilidade – Manutibilidade – Disponibilidade

Os conceitos de fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade intrínseca são apresentados na figura 4.

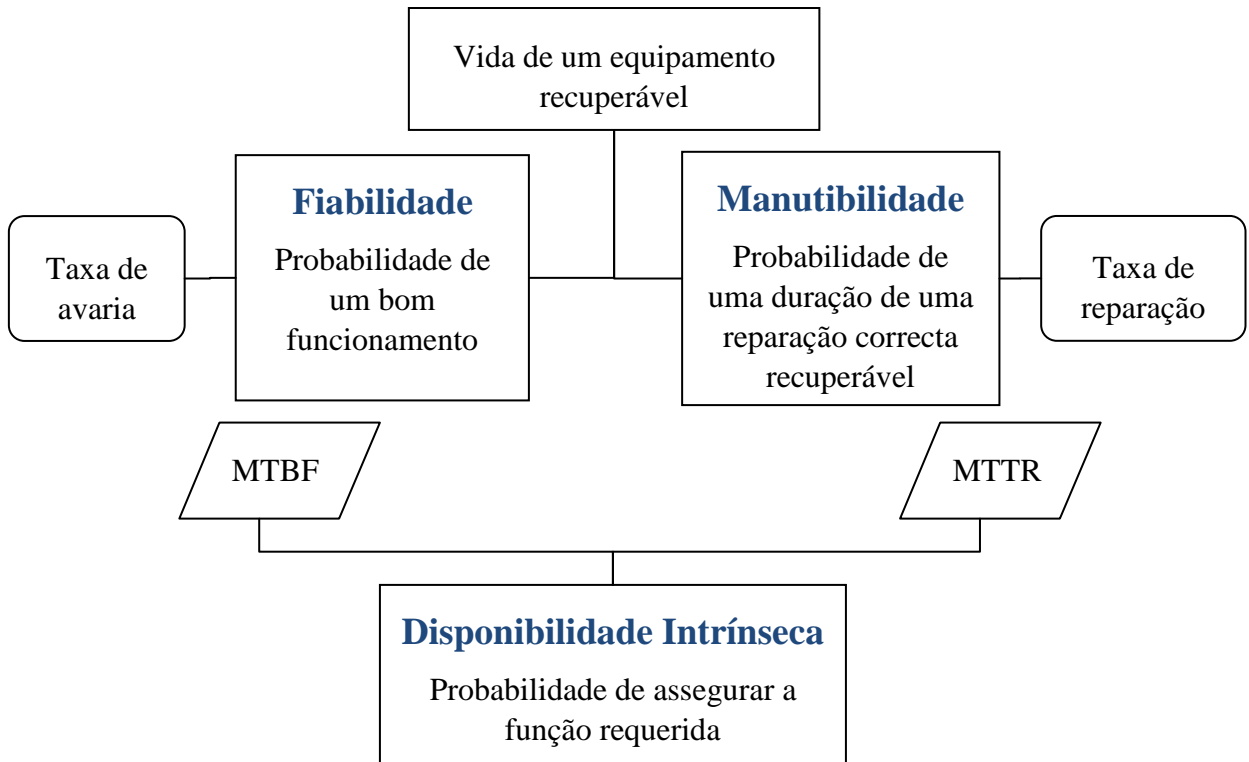


Figura 4 – Fiabilidade – Manutibilidade – Disponibilidade (Fonte: Ferreira, 1998)

2.2.1 Fiabilidade

A fiabilidade representa a probabilidade de um equipamento exercer a função requerida sob condições específicas e por um período de tempo pré-determinado.

Segundo a norma 13306, a fiabilidade corresponde a:

“Aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo. (...) O termo fiabilidade também é utilizado como medida de desempenho e poderá também ser definido como uma probabilidade”.

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

$$\lambda = \text{Número de avarias} / \text{Tempo total de funcionamento} \quad (1)$$

Assim a média dos tempos de bom funcionamento é dado pela seguinte expressão:

$$\text{MTBF} = 1 / \lambda = \sum T_{fi} / \text{Número de avarias} \quad (2)$$

Sendo, T_{fi} o tempo de funcionamento no período.

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

2.2.2 Manutibilidade

A Manutibilidade é uma das dimensões a ter em conta na fase da concepção de um sistema com o objectivo de conseguir a sua eficácia, isto é, a sua aptidão geral para cumprir uma determinada missão.

Segundo a norma 13306, a manutibilidade corresponde a:

“Aptidão de um bem, sob condições de utilização definidas, para ser mantido ou restaurado, de tal modo que possa cumprir uma função requerida, quando a manutenção é realizada em condições definidas, utilizando procedimentos e recursos prescritos.”

A Manutibilidade traduz, assim, a capacidade de um sistema ser mantido em boas condições operacionais.

Para sistemas de operação contínua, dois factores contribuem para a proporção de tempo no qual o equipamento se considera no modo de falha:

- Taxa de avarias: indica a frequência com que o bem avaria.
- Taxa de reparação: uma vez em avaria, indica o tempo que o bem permanece nesse estado.

Torna-se então evidente que a manutibilidade está relacionada com a fase de desenho e o seu impacto na função de manutenção.

A média dos tempos de reparação é dada pela expressão:

$$MTTR = 1 / \lambda = \sum Tri / \text{Número de avarias} \quad (3)$$

Sendo, *Tri* o tempo de reparação no período.

A previsão de manutibilidade, isto é, determinar a distribuição temporal ou o *Mean Time to Repair* (MTTR) para determinado modo de falha de um equipamento, é uma entrada necessária para os modelos fiabilísticos dos sistemas.

2.2.3 Disponibilidade Intrínseca

Seja qual for a política de manutenção adoptada, o principal objectivo da função manutenção é aumentar a disponibilidade dos bens físicos e assim melhorar o desempenho destes.

A disponibilidade pode ser definida como a aptidão de um equipamento para assegurar a função requerida durante um tempo especificado, e que se decompõe em três noções básicas: fiabilidade, manutibilidade e eficiência de suporte. Embora tendo como base comum, a fiabilidade e a manutibilidade são conceitos diferentes. Um equipamento pode ser muito fiável e ter má manutibilidade, se os tempos de reparação forem muito longos (ex. um computador portátil). Por outro lado, um equipamento, embora sujeito a frequentes avarias mas de rápida resolução é pouco fiável mas apresenta uma boa manutibilidade.

A disponibilidade *D* pode ser expressa por:

$$D = MTBF / (MTBF + MWT + MTTR) \quad (4)$$

No limite, a disponibilidade valerá 100%. A disponibilidade poderá alcançar esporadicamente o seu limite, mas é irrealista afirmar que a disponibilidade dos bens físicos ser sempre 100% (mesmo que se programe as intervenções de manutenção para períodos de não ocupação dada a presença das avarias e acidentes imprevistos). Já foi referido anteriormente que tal valor representará custos de manutenção infinitos.

2.3 Planeamento e Controlo da Manutenção

A MP abrange todas as actividades de planeamento, controlo e registo necessárias para manter os equipamentos e instalações num nível aceitável de qualidade de funcionamento.

De acordo com Branco Filho (2005), é através de um planeamento adequado de manutenção que se consegue obter melhores níveis de disponibilidade do equipamento e consequentemente do processo produtivo, sendo a disponibilidade operacional o grande indicador da excelência da manutenção e da garantia de produtividade.

A função planeamento permite definir a periodicidade dos trabalhos de manutenção a efectuar em cada equipamento. É objectivo com a adopção desta atitude ter um perfeito domínio e controlo sobre os equipamentos, tomando decisões em avanço ou seja não proceder à execução de trabalhos de manutenção quando os equipamentos já se encontram numa fase crítica.

A função Execução do Trabalho, através do conhecimento antecipado da intervenção, permite que o pessoal, as peças, ferramentas e materiais estejam disponíveis na altura certa reduzindo o tempo de imobilização do equipamento e os custos associados. Todos os trabalhos de manutenção devem ser registados, sendo os trabalhos realizados descritos, a data de ocorrência, o pessoal envolvido, o tempo gasto, as peças consumidas, as causas de avaria, bem como todos os detalhes de interesse para futuros trabalhos de manutenção. Após o registo das intervenções deve proceder-se a uma análise dos registos de forma a poder tirar conclusões dos trabalhos realizados e assim ajustar o planeamento às correntes situações.

O processo de manutenção tem cada vez mais importância no alcance dos objectivos globais da organização, nomeadamente aqueles que estão relacionados com a estratégia de produção. O processo de manutenção deve servir de apoio para que a produção consiga atingir os seus objectivos i.e. deve estar adequado às suas necessidades. Este alinhamento desejado entre o processo de manutenção e os objectivos de produção é alcançado com um bom planeamento de manutenção.

O diagrama apresentado na figura 5 apresenta um modelo de um sistema de MP, nomeadamente as fases de planeamento, programação e controlo destas actividades.

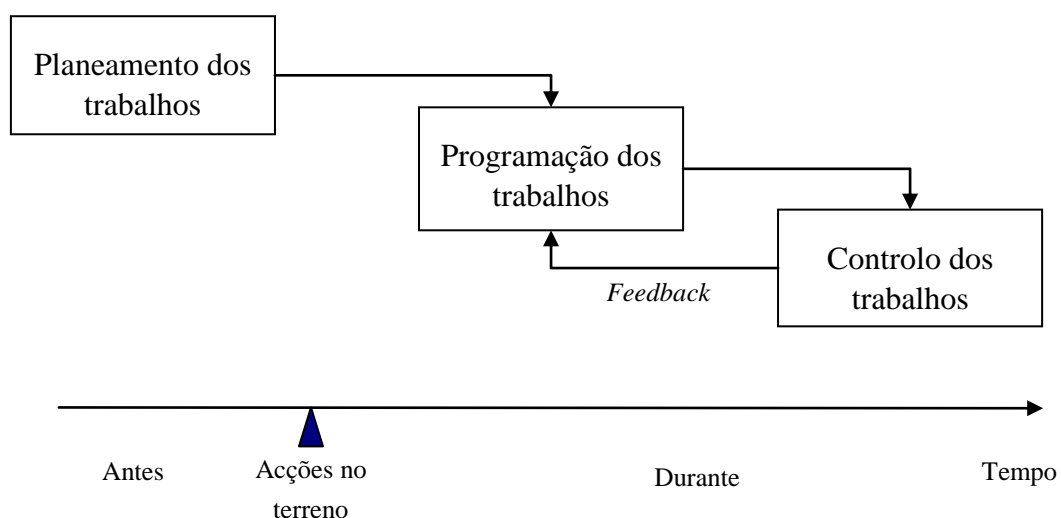


Figura 5 – Fluxograma de Planeamento e Controlo das actividades (Fonte: Ferreira, 1998)

2.3.1 A necessidade de Planejar a Manutenção

É possível nomear um elevado número de motivos para implementar um sistema de planeamento e controlo da manutenção. Talvez o mais importante seja a necessidade de reduzir os custos da não-manutenção, resultado das avarias imprevistas, de situações totalmente incontroláveis e de longos tempos não produtivos.

Se tivermos actividades de manutenção realizadas sem planeamento, existe o risco de trazer prejuízos e comprometer inclusive a imagem da empresa junto a seus clientes. Imaginemos que uma empresa deixe de produzir porque está com equipamentos danificados e o tempo de reparo destes foi muito grande e comprometeu a produção diária. Esta empresa está sob o risco de comprometer os prazos de entrega dos produtos junto dos seus clientes, perder a credibilidade e afectar negativamente a imagem da empresa.

Seguindo este paradigma a indústria tem, ao longo dos últimos tempos, se apercebido das vantagens inerentes a utilização de um sistema de planeamento na manutenção. Estas vantagens são (Barbosa, 2002):

- Redução dos tempos de paragem;
- Racionalização dos equipamentos e peças de reserva;
- Aperfeiçoamento do pessoal e melhor utilização da mão-de-obra;
- Maior duração do equipamento;
- Favorece o controlo fiável de custos, a criação de orçamentos, e a redução dos custos de manutenção;
- Aumenta os intervalos entre falhas;
- Fornece informações relativas às considerações de substituição do equipamento.

Segundo Barbosa (2002), a média de trabalho de funcionário de manutenção é cerca de quatro horas para uma jornada de oito horas. Isso mostra que diversas empresas têm uma deficiência muito grande para planejar as suas actividades de manutenção. Os principais problemas que afectam a manutenção e comprometem os tempos de reparo, são (Barbosa, 2002):

- Elevado número de deslocações ao armazém;
- Falta de material e sobresselentes no local de trabalho (aguardando entrega do armazém);
- Insuficiência de mão-de-obra programada, transferência de mão-de-obra para outro local de trabalho por causa de manutenção de emergência, etc.

Todos estes problemas podem ser evitados se existir um planeamento bem feito para as actividades, onde os materiais e a mão-de-obra sejam alocados de maneira correcta, o armazém entregue os materiais em tempo hábil, as ferramentas sejam programadas com antecedência e estejam no local de trabalho para a execução dos serviços. O planeamento tem como finalidade comunicar as intenções daquilo que se planeia, levando outras pessoas a conhecerem a realidade que se pretende e, assim, à execução das etapas que conduzem às metas e objectivos. Qualquer plano que seja elaborado deverá ter em conta duas características:

a) Tarefas: coisas a fazer;

b) Recursos: pessoas, máquinas, materiais – que serão utilizados para a realização das tarefas.

2.4 TPM

A Manutenção Produtiva Total, do inglês *Total Productive Maintenance*, normalmente abreviada pela sigla TPM é um conceito moderno de manutenção introduzido no Japão em inícios dos anos 70, que surgiu como uma alternativa a tradicional Manutenção Correctiva (MC).

Segundo Wireman (1998), o TPM é um dos conceitos mais mal entendidos e mal aplicados nas organizações modernas. Historicamente, o TPM tem sido mais frequentemente mal entendido do que bem entendido. É principalmente interpretado como sinónimo de manutenção autónoma ou de envolvimento do operador.

Para Nakajima (1988), vice-presidente do *Japan Institute of Plant Maintenance*, o TPM é uma combinação de manutenção preventiva americana e conceitos japoneses de gestão da qualidade total e total envolvimento dos trabalhadores. O TPM é no fundo uma metodologia com a qual se pretende maximizar a eficiência do equipamento para toda a sua vida e ao mesmo tempo melhorar a sua longevidade.

De acordo com *The Productivity Development Team* (1999), esta metodologia teve origem na necessidade de um fornecedor atender aos exigentes requisitos do *Toyota Production System* (TPS). Na sua aplicação o TPM é a manutenção conduzida com a participação de todos, desde os operadores das máquinas e do pessoal da manutenção, até ao nível superior da gestão, passando pelos quadros intermédios. TPM não irá funcionar sem liderança e o respectivo trabalho em equipa focados no objectivo comum de identificar e eliminar sistematicamente os maiores factores de perda dos equipamentos. (Williamson, 2006).

Actualmente o TPM é utilizado em várias empresas em todo o mundo para melhorar a capacidade dos seus equipamentos e atingir metas para a redução de desperdícios, incluindo restauração e manutenção de condições padrão de operação. A metodologia TPM também promove melhorias no sistema do equipamento, procedimentos operacionais, manutenção e desenvolvimento de processos para evitar problemas futuros.

Conforme Nakajima (1989), os principais objectivos do TPM são o aumento da fiabilidade dos equipamentos, a eliminação das quebras e melhoria do índice de disponibilidade dos equipamentos.

2.4.1 Casa TPM

Existem diversas variações no que diz respeito a forma de apresentar e organizar os conceitos do TPM. A literatura apresenta uma grande variedade de designações e modelos quanto ao número e nome dos pilares, no entanto, todos os conceitos são muito similares. Este projecto terá como base o TPM – Modelo Bosch.

A Casa TPM – Modelo Bosch, representada na figura 6, torna evidentes os conceitos fundamentais para uma eficiente implementação, desenvolvimento e progresso do TPM.

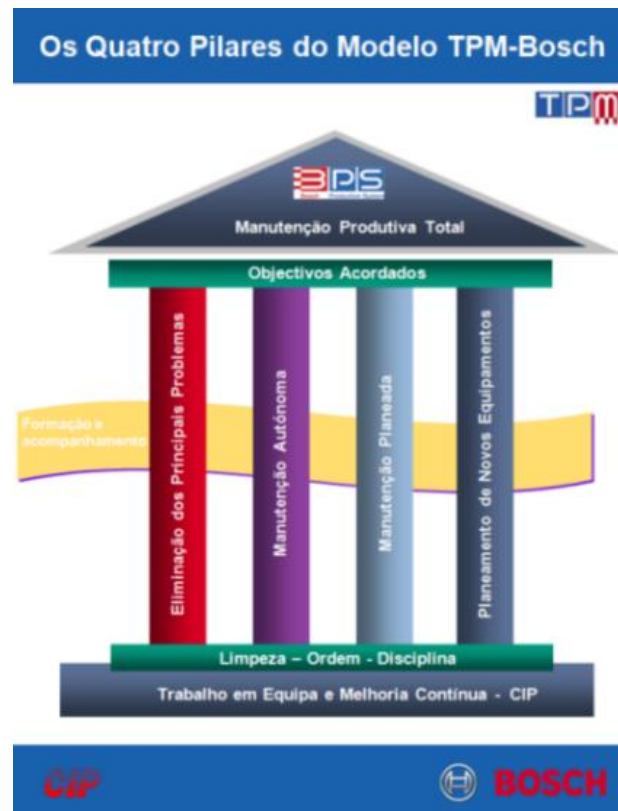


Figura 6 – Casa TPM – Modelo Bosch (Fonte: intranet Bosch)

As bases da Casa são duas, uma é o CIP, trabalho em grupo associado à melhoria contínua e a outra resume-se na limpeza, ordem e método, remetendo-se aos “5S”.

O serviço em equipa é valorizado e utilizado pelas empresas de renome mundial. No caso da Bosch este conceito é essencial no TPM – Modelo Bosch.

Este tipo de tarefa subsiste na criação de equipas multidisciplinares com o intuito de envolver todos os departamentos e todos os indivíduos na procura e na luta pela conquista de proveitos.

2.4.2 Pilares TPM

A Casa TPM – Modelo Bosch é composta por 4 pilares os quais são descritos seguidamente (Kaizen, 2003):

1º Pilar – Eliminação dos principais problemas – Significa no sentido de evitar os desperdícios e de promover o contínuo aperfeiçoamento, colocar os operadores em condições de analisar sistematicamente as falhas que surgirem, de identificar as suas causas e eliminá-las de forma permanente.

2º Pilar – Manutenção autónoma – Significa que todas as actividades rotineiras de manutenção do equipamento são executadas autonomamente, de acordo com a correspondente qualificação, pelos operadores no conceito de trabalho em equipa.

3º Pilar – Manutenção Planeada – Significa que através de medidas permanentes de manutenção, os equipamentos e as instalações são mantidos tão “perfeitos” que não haverá

mais interrupções não planeadas e a vida útil desses equipamentos e instalações será substancialmente prolongada.

4º Pilar – Planeamento de novos equipamentos – Significa que a possibilidade de manutenção, a acessibilidade e a facilidade de operação dos equipamentos e instalações são consideradas já na fase de planeamento e aquisição.

O TPM modelo BPS define as etapas a seguir na implementação. Assim cada pilar apresenta 5 etapas, as quais são detalhadas de seguida: (Kaizen, 2003)

1º Pilar – Eliminação dos principais problemas

1. Determinar perdas e principais problemas;
2. Analisar as causas;
3. Definir e implementar acções correctivas;
4. Criar e normalizar standards;
5. Controlar o sucesso e transferir os resultados positivos para outras secções.

2º Pilar – Manutenção autónoma

1. Proceder à inspecção básica das máquinas e equipamentos;
2. Normalizar actividades de manutenção, incluindo limpeza e inspecção;
3. Fazer actividades de manutenção de forma independente e melhorar standard;
4. Fazer reparações de forma independente e melhorar standard;
5. Melhorar continuamente os equipamentos e a qualidade de processos.

3º Pilar – Manutenção Planeada

1. Elaborar, determinar e executar actividades de manutenção;
2. Analisar e eliminar os pontos fracos do equipamento e processo, e eliminar as suas causas;
3. Desenhar e consolidar um sistema de gestão de informação de manutenção, planeamento e controlo;
4. Implementar sistemas de diagnóstico;
5. Melhorar continuamente o sistema de manutenção.

4º Pilar – Planeamento de novos equipamentos

1. Considerar os conceitos para os equipamentos aquando do desenvolvimento de produto e processo;
2. Criar conceito MAE (Máquinas e Equipamentos), incluindo especificações de manutenção acordadas com o fabricante;
3. Projectar e construir novos equipamentos de acordo com especificações TPM;
4. Instalar o equipamento e colocá-lo em funcionamento;
5. Melhorar continuamente o processo de planeamento de novos equipamentos.

No momento em que um pilar é dado como concluído, significa que o processo se encontra normalizado e que as acções são realizadas de forma sistemática. Isto não indica que o processo desse pilar deva ser dado como terminado. O TPM é de facto uma ferramenta que procura constantemente a busca de uma melhoria contínua a fim atingir a meta do *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

2.4.3 OEE

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é uma ferramenta utilizada para medir as melhorias implementadas pela metodologia TPM. A utilização do indicador OEE, conforme proposto pela metodologia TPM, permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus activos. Estas análises das condições ocorrem a partir da identificação das perdas existentes em ambiente fabril, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, eficiência e qualidade. A medição OEE pode ser aplicada de diferentes formas e objectivos.

Na figura 7 é apresentado um quadro explicativo do OEE.

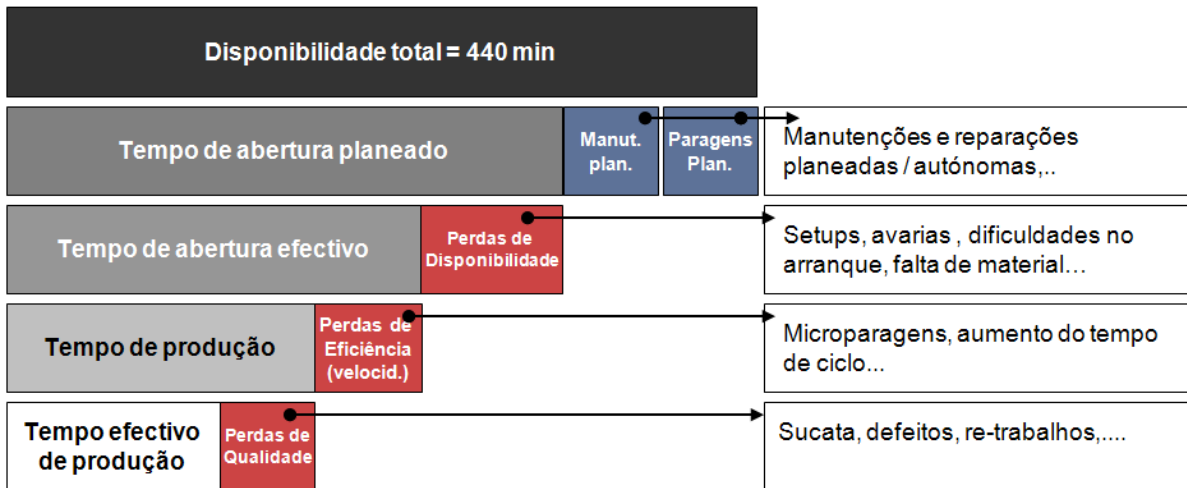


Figura 7 – Quadro explicativo do OEE (Fonte: intranet Bosch)

A Bosch Termotecnologia SA recorre a um método visual a fim de indicar que tipos de factores são incluídos, ou não, para o cálculo do OEE.

Segundo Jonsson e Lesshmmar (1999), o OEE permite indicar áreas onde devem ser desenvolvidas melhorias bem como pode ser utilizado como benchmark, permitindo quantificar as melhorias desenvolvidas nos equipamentos, células ou linhas de produção ao longo do tempo. A análise do OEE e output de um grupo de máquinas de uma linha de produção ou de uma célula de manufactura permite identificar o recurso com menor eficiência, possibilitando, desta forma, focalizar esforços nesses recursos.

O OEE é medido a partir da estratificação de dados e calculado através da multiplicação dos índices de Disponibilidade, Velocidade e Qualidade. Estas expressões são apresentadas seguidamente:

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de peças produzidas} \times \text{tempo de ciclo}}{\text{Tempo de abertura efectivo}} \quad (5)$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de abertura efectivo}}{\text{Tempo de abertura planeado}} \quad (6)$$

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de peças aceites}}{\text{N}^\circ \text{ de peças produzidas}} \quad (7)$$

Se multiplicarmos os 3 indicadores e manipularmos matematicamente, chegamos à seguinte expressão:

$$OEE = \frac{\text{Tempo de ciclo} \times \text{N}^\circ \text{peças aceites}}{\text{Tempo de abertura planeado}} \quad (8)$$

Segundo Nakajima (1989), o OEE é uma medição que procura revelar os custos escondidos na empresa. De acordo com Ljungberg (1998), antes do aparecimento desse indicador, somente a disponibilidade era considerada na utilização dos equipamentos, o que resultava no superdimensionamento de capacidade.

3 Apresentação do caso de estudo

Neste capítulo pretende-se identificar e caracterizar o cenário inicial vigente na Bosch Termotecnologia SA no que diz respeito a Manutenção Planeada-3º Pilar. Será apresentado a realidade das actividades de MP e identificados os maiores problemas decorrentes destas mesmas actividades.

3.1 Histórico

A manutenção preventiva foi implementada na Bosch Termotecnologia SA numa fase anterior à introdução da metodologia TPM. O paradigma da manutenção preventiva foi, durante muitos anos, ter que executar a grande maioria das suas actividades durante o fim-de-semana de forma a não afectar a produção. Neste momento assiste-se a uma mudança de atitude, uma vez que paragens de cariz correctivo de emergência afectam severamente o indicador O.E.E., ao invés das paragens de cariz planeado que não tem qualquer influência negativa para o cálculo deste indicador. Ainda que a manutenção preventiva funcione como entidade própria, separada do TPM, existe neste momento a vontade da organização em tornar a denominada manutenção preventiva em MP e fazer com que esta funcione segundo a metodologia TPM, mais concretamente sob a alçada do 3º Pilar.

Através da introdução do TPM passaram desde algum tempo a serem transferidas algumas das actividades que não necessitem de elevada aptidão técnica e que estavam alocadas à manutenção preventiva para o 2º Pilar – Manutenção Autónoma, passando deste modo a serem realizadas pelos próprios operadores.

O sistema informático utilizado para registo das actividades de manutenção é o WGTM_ORD. Este software foi concebido à medida das necessidades do departamento, pelo que ao longo dos anos tem sido alvo de algumas modificações.

Actualmente a intenção passa pela implementação de actividades de MP que funcionem segundo a metodologia transversal a toda a fábrica – TPM.

3.2 Cenário Inicial

A análise realizada pelo autor ao cenário vigente das actividades de MP no departamento de manutenção revela as principais dificuldades enfrentadas pela MP no que diz respeito ao planeamento, programação e controle.

Seguidamente são descritas estas dificuldades:

- a. O técnico não executa as suas funções da forma mais correcta. Isto deve-se particularmente ao facto da não-existência de fluxos definidos para cada função das actividades de MP;
- b. O sistema informático utilizado para registo das intervenções efectuadas no âmbito da MP apresenta muitas falhas no que diz respeito a inserção, organização e recolha de dados. No entanto, este é um campo que não será alvo de exploração de maior, uma vez que devido a situação vigente, em que está próxima a introdução de um novo sistema informático para o departamento da manutenção, não existe muita receptividade no que toca à introdução de alterações ao sistema actualmente utilizado;

- c. Falta de definição quanto ao tempo de execução de determinada tarefa, o que não permite organizar e acoplar da forma mais correcta as actividades de MP num calendário;
- d. Deficiência no que toca ao controlo eficiente das actividades de manutenção. Este problema tem como principal causa a inexistência de uma base de dados que permita fornecer indicadores fiáveis sobre a realidade dos equipamentos;
- e. Inserção incorrecta de dados no sistema informático da manutenção e também necessidades ao nível da confirmação e análise de resultados das intervenções;
- f. Não realização de manutenção de oportunidade (manutenção realizada nos intervalos de funcionamento dos equipamentos) por falta de programação dos serviços. Isso faz com que determinada secção tenha que parar o equipamento para manutenção num horário em que o mesmo poderia estar a ser utilizado, prejudicando por vezes a produção, pois não soube como aproveitar os espaços oferecidos;

Estes são os principais problemas encontrados por falta de uma estrutura bem definida na área de planeamento, programação e controle de actividades de manutenção na Bosch Termotecnologia SA.

O autor identifica ainda barreiras que se referem a força laboral do departamento da manutenção que podem comprometer a implementação do 3º Pilar – MP:

Culturais

Resistência à mudança, são profissionais com um conhecimento técnico muito elevado, no entanto, são técnicos que já trabalham sob a mesma conduta laboral há muitos anos, i.e. encontram-se presos a conceitos ultrapassados.

Comportamentais

Dado a conjuntura actual apresentam uma conduta de acção reactiva, ou seja, existe uma tendência maior de resolver os problemas no lugar de evitar os mesmos, pois existe a ideia que se passarem a haver menos problemas, poderá haver lugar a menos pedidos de intervenção o que levaria por sua vez à possibilidade de diminuição do número de técnicos dedicados às actividades de manutenção.

Apresentam uma conduta passiva, i.e. há uma tendência generalizada para só discutir a manutenção quando são chamados a fazer uma intervenção.

3.3 Organização do Departamento

O Departamento de manutenção (AvP/TEF 1) é composto por 27 elementos dispostos segundo a estrutura organizacional apresentado na figura 8.

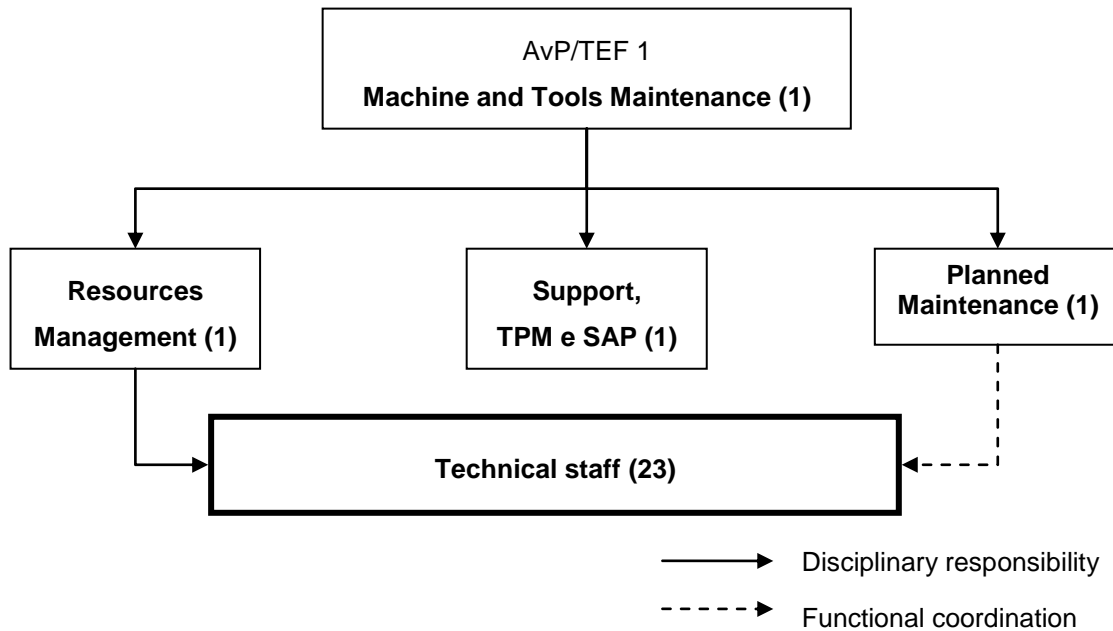


Figura 8 – Organograma do departamento da manutenção (Fonte: Documentação da Bosch)

No total dos 23 elementos do corpo técnico encontram-se dois técnicos dedicados à MP, sendo que a sua área de especialização é a área mecânica.

Na área eléctrica, encontra-se um técnico que faz actividades de MP durante toda a semana. Este posto é preenchido em regime de rotatividade por todos os técnicos da área da electricidade. Existe igualmente um serralheiro que faz actividades de MP limitadas a um dia por semana.

Como é possível constatar pelo número de técnicos dedicados às actividades de MP, o tempo dedicado a este tipo de manutenção é neste momento bastante diminuto no contexto global de todas as actividades de manutenção. Na figura 9 são apresentados dois gráficos de análise das actividades de manutenção nos primeiros 4 meses do ano civil de 2010.

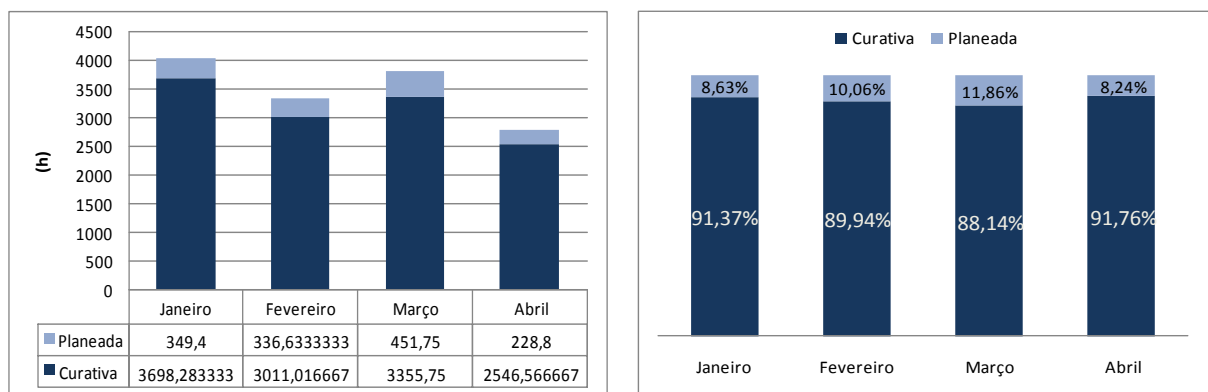


Figura 9 – Gráficos de análise das actividades de manutenção

Analisando estes gráficos fica bem patente a proporção reduzida de actividades de MP em relação a actividades de MC. É possível igualmente verificar em anexo (Anexo B) o resultado da mesma análise mas por áreas de intervenção.

O objectivo passa por inverter esta tendência e aumentar a proporção de actividades de MP no contexto geral de todas as actividades de manutenção.

3.4 Estudo das rotinas de atendimento das solicitações de serviço de Manutenção Planeada

Foi realizado um estudo sobre as rotinas seguidas pelos técnicos, para a realização de actividades de MP desde que a ordem é lançada. O problema constatado aquando a realização deste estudo convergiu para a inexistência de uma estrutura uniforme e organizada destas actividades, ou seja, cada técnico realiza as actividades segundo a sua própria perspectiva e não segundo uma ordem de acontecimentos normalizada.

Durante a análise do decorrer destas actividades foi possível identificar diversos problemas os quais são enumerados seguidamente, segundo a ordem de execução de tarefas:

- Existência de uma definição de critérios de selecção das ordens de trabalhos (OT) de MP, não normalizada e que não se enquadra na perspectiva desejada pelo departamento de manutenção;
- Falta de transparência no processo das actividades de MP, ou seja as folhas de serviço por realizar não se encontram visíveis aos olhos dos técnicos bem como as folhas de serviço relativas a trabalhos que já foram realizados não se encontram visíveis aos olhos do planeador e/ou supervisor;
- Diferenças na metodologia de abordagem aos trabalhos;
- Após a realização de uma análise à forma como as folhas de serviço das actividades de MP eram utilizadas constatou-se que os standards existentes não são complacentes com a informação que se pretende obter dos técnicos, i.e. a informação encontra-se distribuída e mal estruturada. Toda a informação é colocada no lugar dedicado aos comentários (verificar Anexo H);
- Os técnicos são neste momento os responsáveis pela introdução de dados no sistema informático, esta situação poderia tornar-se numa mais-valia neste processo, no entanto, revelasse um fracasso devido á morosidade que esta actividade pode ter. Outro problema que advém desta actividade é a introdução de dados que não apresentem relevância no que toca à programação de futuras actividades;
- Neste momento faz igualmente parte das competências do técnico a tarefa de envio em suporte informático de notas internas de encomenda para requisição de materiais, ferramentas ou sobresselentes para o planeador (Anexo C). Parece-nos que esta tarefa não faz parte das competências do técnico pois provoca um aumento do cariz burocrático das tarefas de MP;
- Os técnicos são neste momento os responsáveis por verificar se o material, ferramentas, sobresselentes já chegaram ao armazém. Se se verificar que o que foi requisitado já se encontra em armazém, estes irão retirá-lo e deixá-lo na sua respectiva bancada. Esta situação parece provocar bastante desorganização e mais uma fonte de distracção e de ineficiência ao trabalho destes. Além disso provoca um conseqüente acumular de peças nas bancas de trabalho bem como irá pressupor a conclusão de uma intervenção por parte do técnico que iniciou essa mesma intervenção. Esta situação pode levar a ocorrência de um equipamento necessitar de rápida intervenção e o

técnico que iniciou a intervenção encontrar-se envolvido noutra operação e não poder evitar em tempo útil a paragem desse mesmo equipamento;

- Há uma tendência da parte dos técnicos de pensarem que o trabalho não é confirmado e controlado, o que pode levar ao registo de comentários não conformes com o que é efectivamente necessário para evitar desvios e melhorar trabalhos futuros.

Após o reconhecimento dos principais problemas que afectam as rotinas de atendimento é esperado que se possa efectivar uma optimização no fluxo, aumentando a eficiência destas actividades.

3.5 Objectivos gerais após análise do problema

O planeamento da manutenção apresenta como objectivo garantir maior confiabilidade, manutabilidade e consequentemente maior disponibilidade intrínseca do equipamento.

O planeamento deve ser direccionado e elaborado tendo sempre em conta a criticidade dos processos e/ou equipamentos, apontando deste modo esforços para os equipamentos dos processos realmente críticos, e economizando os esforços para os menos críticos.

O problema que se apresenta não está limitado à simples realização de projectos na área do 3º Pilar, i.e. aplicação do 3º Pilar em diversos equipamentos, mas principalmente criar bases, ferramentas e fundamentos quer teóricos quer práticos que suportem todas as etapas das actividades de MP. Foram identificados em traços gerais os objectivos almejados com a realização deste trabalho quer a curto quer a longo prazo, os quais são:

- Melhoria no planeamento de recursos humanos;
- Através de uma calendarização os planos de manutenção podem ser preparados e coordenados com planos de produção;
- Melhoria na visibilidade de todo o processo de MP;
- Permite a identificação de padrões de trabalho ainda não elaborados;
- O senso de responsabilidade das pessoas pode ser estimulado;
- Evita-se o trabalho desnecessário;
- Evita erros na contratação de terceiros e na aquisição de sobresselentes (possibilita a gestão de sobresselentes);
- Possibilita a manutenção de oportunidade (quando há uma paralisação do equipamento para preparações, falta de matéria-prima, ou outro factor que permita a entrada da equipe de manutenção para a realização das suas actividades).

Em suma, o que se pretende é envolver todos os intervenientes afectos às actividades de MP neste projecto, de forma a aumentar a eficiência em todas as áreas de intervenção do processo.

4 Criação de ferramentas que suportem as actividades de Manutenção Planeada

Neste capítulo são apresentadas as ferramentas criadas com vista a servir de suporte ao desenvolvimento do 3º Pilar-Manutenção Planeada na Bosch Termotecnologia SA. É objectivo do autor descrever estas ferramentas criadas e as vantagens que são expectáveis de alcançar pela sua implementação nas actividades de MP. A solução passa por criar ferramentas a todos os níveis de apoio a realização de actividades de MP.

4.1 Fichas de Instrução *Standard* para actividades de Manutenção Planeada

Uma ficha de instrução contém um conjunto de informação que o planeador prepara para o técnico de manutenção que mais tarde irá executar a tarefa. A ficha de instrução tem como objectivo identificar e estabelecer de uma forma normalizada o procedimento, as ferramentas, sobresselentes e o tempo estimado para realização de uma tarefa. O objectivo deste planeamento e preparação de cada trabalho é o aumento da produtividade da mão-de-obra de manutenção. “A visão do planeamento é simplesmente aumentar a produtividade laboral. A missão do planeamento é simplesmente preparar trabalhos para aumentar a produtividade laboral”.³

Estas fichas de instrução contribuem extraordinariamente para o aumento da confiança dos técnicos na execução das suas tarefas.

É ainda possível identificar outros ganhos associados a utilização destas fichas de trabalho normalizadas como sejam:

- A possibilidade de “*Job rotation*” entre os técnicos, ou seja, os técnicos poderão realizar tarefas mais diversificadas e não se limitarão à constante execução das mesmas tarefas;
- A possibilidade de integração de novos técnicos na equipa, uma vez que ficará mais facilitada a execução de tarefas;

Devido ao facto destes planos ou fichas de instrução serem principalmente utilizados pela força laboral afecta ao departamento da manutenção, achou-se que a envolvência e a participação dos técnicos poderiam proporcionar uma melhoria efectiva nestas. Foi criada uma folha de sugestões⁴, junto as de Instrução⁵ na qual os técnicos afectos às actividades de manutenção poderiam fazer comentários ou sugestões de melhoria.

É possível observar na seguinte figura 10 um exemplar de uma ficha de instrução de MP (frente e verso).

³ Palmer, 1999

⁴ Anexo D

⁵ Ver figura 10 (pág. 23)

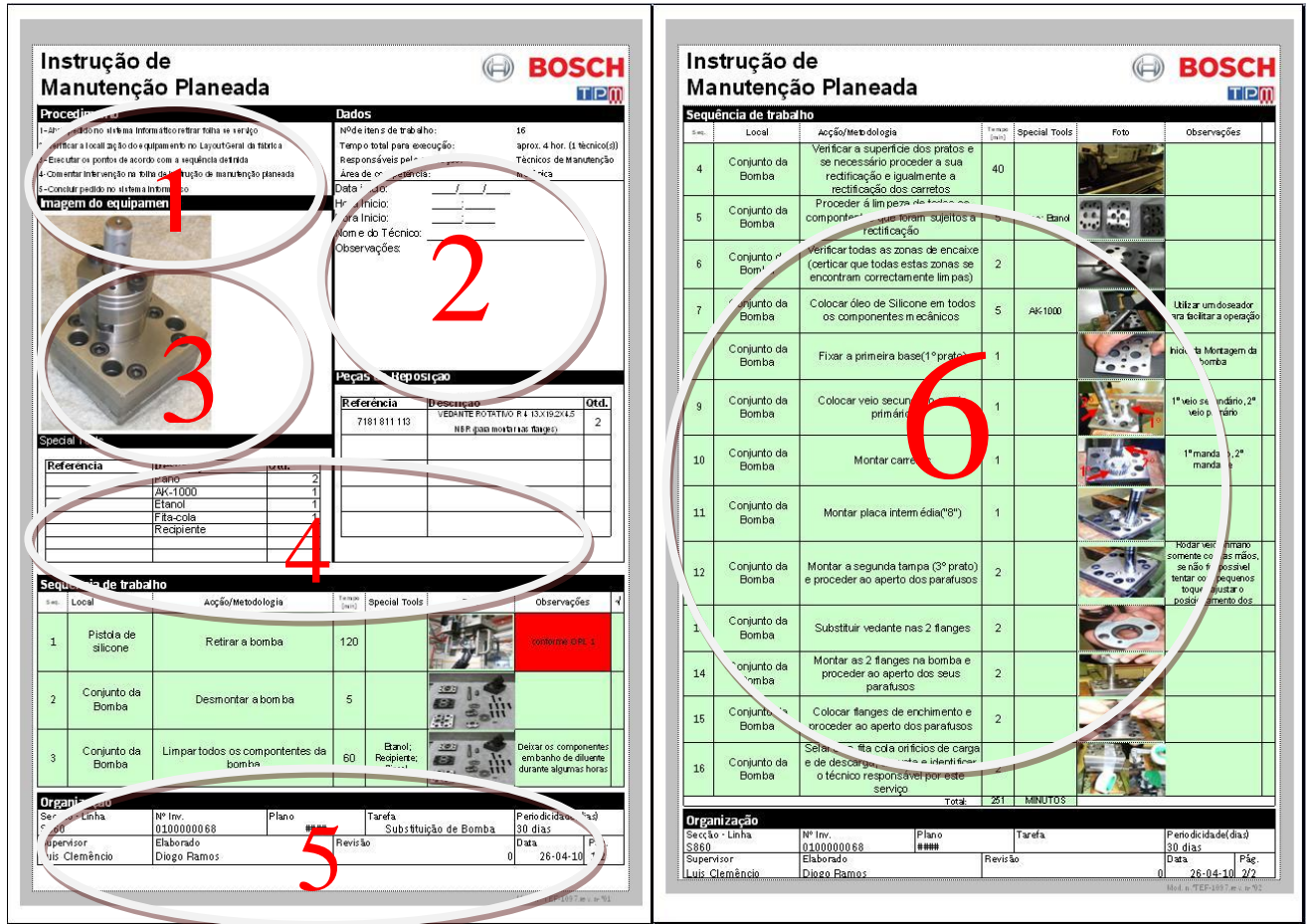


Figura 10 – Ficha tipo de instrução de Manutenção Planeada (frente e verso)

É ainda possível identificar nesta ficha de instrução uma sequência de operações que o técnico deve seguir para a realização do plano. São identificáveis 5 campos principais. Este plano contém um procedimento para a execução de tarefa observado no campo (1).

Esta ficha de instrução deverá servir, para além de uma instrução, também como ficha de retorno de informação para posterior análise por parte dos planeadores/controladores. Assim é pedido ao técnico que preencha o campo (2) registando a data, hora inicial e hora final de realização da manutenção, o nome do técnico responsável pela manutenção efectuada bem como observações que considere relevantes para posterior controlo do trabalho efectuado. A imagem do equipamento ou mesmo o desenho de conjunto do mesmo deverá também fazer parte desta ficha de instrução, nomeadamente no campo (3). É possível encontrar nesta ficha de instrução igualmente um campo (4) no qual estão descritos e identificados ferramentas e sobresselentes utilizados numa determinada tarefa, este campo pode ser preenchido/completo pelo técnico para que passe a poder constar e melhorar futuras intervenções. De referir que por ferramentas entende-se ferramentas especiais (grua, palete) que normalmente não constam no carro/mala de ferramentas do técnico. No campo (5) encontra-se a identificação da tarefa a realizar. Por último pode ser identificado no campo (6) a sequência de trabalho bem como o tempo e se necessárias observações ao trabalho a executar. Pretende-se com a introdução e com o início da utilização destas fichas evitar estas perdas de produtividade da força laboral do departamento da manutenção e aumentar a eficiência das actividades no que consta a MP.

É necessário referir ainda a necessidade da melhoria constante deste documento, i.e. espera-se que este possa ser alvo de constante melhorias. Assim o autor deste projecto poderá nomear inequivocamente este documento como sendo um “documento vivo”.

É necessário referir ainda a necessidade da melhoria constante deste documento i.e. espera-se que este possa ser alvo de constante melhorias. Assim o autor deste projecto poderá nomear inequivocamente este documento como sendo um “*documento vivo*”.

4.2 Indicadores de Manutenção – Criação da Base de Dados

Os indicadores de manutenção são grandezas que têm como finalidade dar uma indicação sobre a manutenção. Estes possibilitam a existência de uma indicação sobre a manutenção ainda que sem exprimir uma verdade absoluta sobre o estado da mesma. Através da análise destes indicadores o planeador/gestor pode assim tentar encontrar as razões que estão na base de possíveis discrepâncias, tentar obter conclusões e melhorar o que for passível de ser melhorado.

Pretende-se com a utilização e a análise de determinado indicador que este possibilite:

- a. Ajudar a tomar decisões de gestão;
- b. Fazer comparações da actividade em diferentes janelas de tempo;
- c. Avaliar e quantificar os benefícios de uma política de manutenção;
- d. Identificar equipamentos críticos para o circuito produtivo;
- e. Ajudar a identificar problemas e oportunidades de melhoria.

Para a sua utilização a facilidade de cálculo através da informação gerada diariamente torna-se um factor de extrema importância no que diz respeito ao seu interesse prático.

É necessário reconhecer, no entanto, que não existe entre os técnicos total sintonia conceptual quanto ao seu conteúdo e é reconhecidamente difícil, na prática, recolher a informação necessária para os calcular. Há, portanto, necessidade de identificar formas práticas de calcular os indicadores e de estabelecer no terreno os mecanismos necessários para a obtenção da informação, de forma a induzir aos indicadores de manutenção utilizados na gestão uma consistência que os tornem efectivamente úteis.

O problema prático mais difícil de manipular prende-se com o facto de os indicadores teóricos de manutenção se reportarem ao funcionamento efectivo dos equipamentos e não ao tempo calendarizado, que corresponde a 24 horas por dia, 365 dias por ano. A realidade vigente diz-nos que existem cenários de operação muito distintos entre diferentes equipamentos e que um equipamento não tem obrigatoriamente o mesmo tempo de abertura em dois meses diferentes.

A solução preconizada para resolver este problema encontrou-se criando uma interface entre as folhas de registo do OEE⁶, nas quais os chefes de secção fazem um registo do tempo de abertura para cada grupo de equipamentos, e o WGTM_ORD, programa de registo de avarias realizadas em cada equipamento. O diagrama apresentado na figura 11 ilustra o fluxo de informação obtido através desta base dados.

⁶ Anexo E

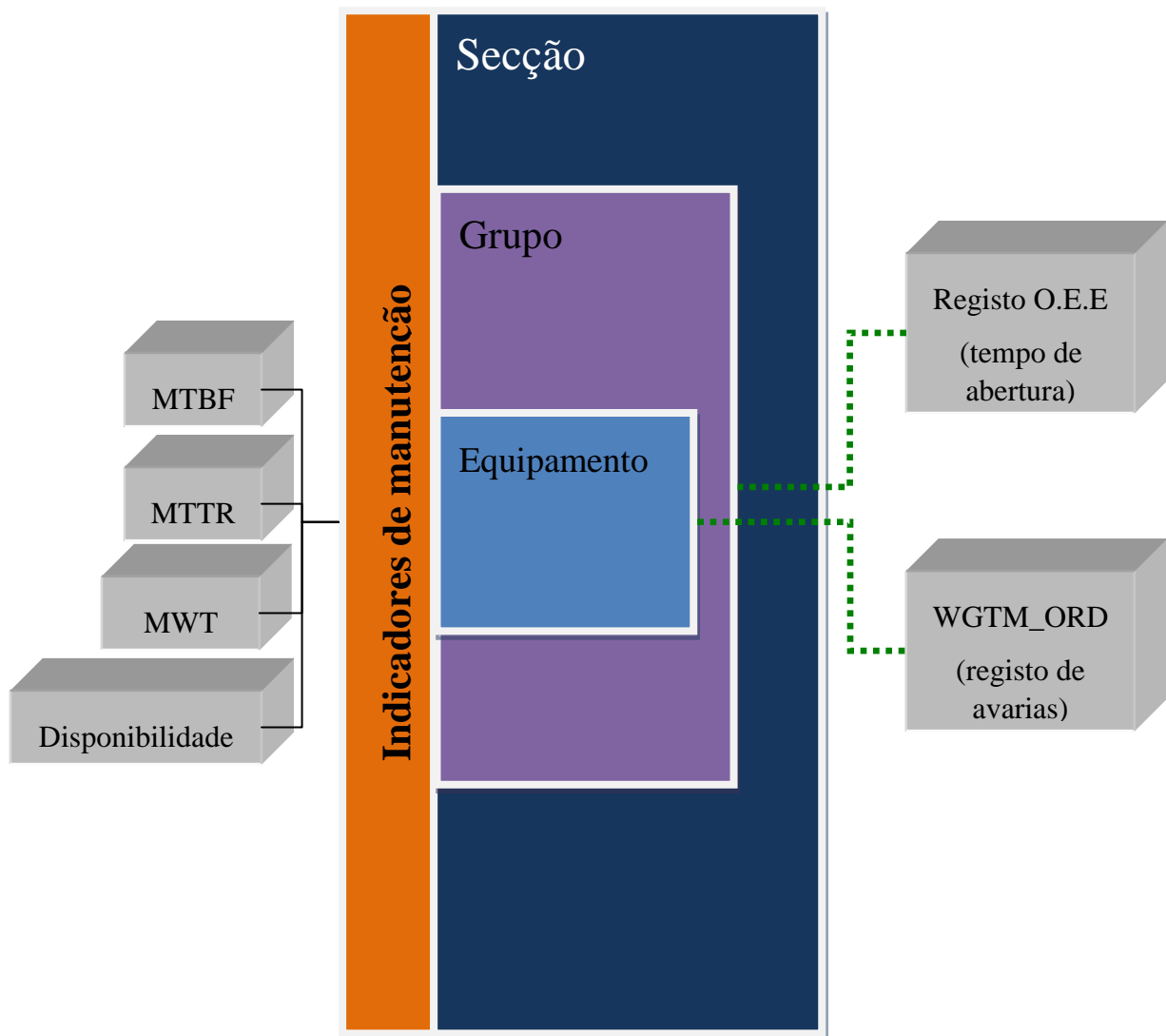


Figura 11 – Diagrama base ilustrativo do fluxo de informação

É necessário ter em conta que só será possível analisar os indicadores da manutenção segundo esta base do tempo efectivo de operação de cada equipamento a partir do ano civil de 2010, uma vez que a maior parte dos registos de tempo de abertura só começaram a ser efectuados no início deste mesmo ano.

Como é possível observar no diagrama apresentado na figura 11 através desta base de dados, podem-se obter valores de indicadores de manutenção para equipamentos, para grupos de equipamentos os quais são compostos por diversos equipamentos e secções, as quais são compostas por vários grupos de equipamentos, para um determinada janela temporal. A solução preconizada para obtenção dos indicadores da manutenção segundo uma base de dados teve de sofrer algumas alterações à teoria apresentada no ponto 2.2 segundo algumas limitações práticas. No seguimento deste relatório serão apresentadas as fórmulas utilizadas para o cálculo dos indicadores.

MTBF

A primeira limitação prática, em termos de gestão, em utilizar este indicador para um equipamento é a de que se não houver avarias não há indicador, se só existir uma avaria no período também não existe indicador, caso hajam duas avarias este indicador é pouco expressivo. Devido à necessidade da utilização deste valor para definição de estratégias

mesmo que para análises a pequenos intervalos de tempo houve a necessidade de considerar que no final do período de análise haveria obrigatoriamente uma falha.

$$MTBF(h) = \frac{\text{Intervalo Tempo em análise}}{N^{\circ} \text{ avarias} + 1} \quad (9)$$

Analisando o MTBF para um grupo de equipamentos, num determinado período de tempo, poderá ser definido como o tempo médio entre avarias consecutivas nesse conjunto de equipamentos, nesse período. Se o grupo de equipamentos for suficientemente significativo já não é expectável verificarem-se as limitações práticas referidas anteriormente para um só equipamento, pois é esperado que para um grupo de equipamentos existam várias falhas, mesmo que a análise seja efectuada numa janela temporal relativamente curta. De referir que para o cálculo deste indicador para as secções é considerada a média do tempo de abertura dos grupos de equipamentos que a constituem no intervalo de tempo em análise, no entanto, por limitações informáticas será mantida a mesma metodologia referida para a análise de um só equipamento (no final do período de análise haveria obrigatoriamente uma falha).

MTTR

O MTTR é o tempo médio de reparação de avarias. Este indicador apresenta as mesmas limitações apontadas ao indicador MTBF para um único equipamento, pois no caso da não-existência de avarias, não há reparações logo não existe indicador. Para o cálculo do MTTR para uma secção, grupo de equipamento e equipamento utilizou-se a seguinte expressão.

$$MTTR(\text{min}) = \frac{\text{Tempo Paragem} - N^{\circ} \text{ avarias} \times MWT}{N^{\circ} \text{ avarias}} \quad (10)$$

É possível verificar através da expressão anterior que é estabelecida uma diferenciação entre o tempo de reparação e o tempo de espera entre a detecção da avaria e o início de reparação da mesma.

Disponibilidade

A disponibilidade, para um determinado período de tempo, mede a percentagem de tempo de bom funcionamento em relação ao tempo de funcionamento total, na análise a um equipamento, grupo de equipamentos ou secção.

Este indicador revela-se muito importante na medida em que se direcciona mais para o desempenho do equipamento no seu verdadeiro contexto produtivo. A expressão utilizada é apresentada seguidamente.

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MWT} \quad (11)$$

MWT

O *Mean Waiting Time* (MWT) é o tempo médio de espera antes do início de uma reparação. Este indicador permite fornecer e dar uma indicação sobre a capacidade de resposta a um pedido de intervenção ou ainda a eficácia do departamento de manutenção. De referir que este

indicador em conjunto com o MTTR permite fornecer-nos o tempo de reparação necessário para colocar um equipamento em funcionamento.

$$\text{MWT}(\text{min}) = \frac{\sum_{i=1}^n \text{TE}}{\text{N}^{\circ} \text{ avarias}} \quad (12)$$

Na figura 12 é apresentado a interface para o utilizador da base de dados criada. É dada a possibilidade ao utilizador de, para além da pesquisa de indicadores por equipamento, grupo de equipamentos ou secções, filtrar a pesquisa por área de intervenção (electricidade, mecânica, serralharia). É também possível pesquisar o TOP dos equipamentos mais críticos quer quanto ao número de pedidos de intervenção, quanto ao tempo de paragem, ou ainda quanto à disponibilidade.

The interface is titled "Pesquisa Indicadores". It contains the following elements:

- Data Início** and **Data Fim**: Yellow dropdown menus.
- Secção**, **Grupo**, **Área**, and **Equipamento**: White dropdown menus.
- Indicadores =>**: A central button.
- Tempo Min Paragem**: Input field with value 0.
- Tempo Abertura (Minutos)**: Input field with value 0.
- Nº PIS**: Input field with value 0.
- MTBF (Horas)**: Input field with value 0.00.
- MWT (Minutos)**: Input field with value 0.00.
- MTTR (Minutos)**: Input field with value 0.00.
- Disponibilidade (%)**: Input field with value 0.00%.
- TOP PI's**, **TOP TP**, and **TOP Disponibilidade**: Buttons at the bottom left.

Figura 12 – Interface da base de dados

4.3 Definição de equipamentos com plano de Manutenção Planeada

A definição da criticidade de cada equipamento é, na verdade, a maneira utilizada para determinar o grau de importância de cada equipamento dentro do processo produtivo, levando-se em linha de conta aspectos importantes como: segurança e meio ambiente, qualidade, regime de utilização, fluxo de produção, frequência de avarias e tempo médio de reparação, etc. De forma a tornar mais fácil o estabelecimento de prioridades é necessário ser definido algum critério para dividir os equipamentos em grupos por ordem de importância. Um critério que pode ser utilizado é a classificação ABC. Dentro deste conceito, um

equipamento pode ser classificado como: A (equipamento crítico), B (equipamento importante) ou C (equipamento auxiliar). A criticidade dos equipamentos A, B ou C define qual a estratégia a ser aplicada no mesmo, visando principalmente o tipo de manutenção a ser aplicado e a actuação do departamento de manutenção em cada equipamento. No anexo F é apresentada a matriz de avaliação segundo classes, sendo que no anexo G é apresentado o fluxo utilizado para poder a partir da avaliação apresentada na matriz definir a importância de cada equipamento.

O que se pretende utilizando este tipo de classificação ABC é orientar a abordagem de manutenção adoptada, assim permitindo a focalização do esforço de manutenção, e a hierarquização das prioridades de atendimento.

É necessário, de forma a avaliar um equipamento, escutar a opinião de outros departamentos, no entanto, na medida que o Departamento de Manutenção ficará responsável pela avaliação dos critérios Fluxo de Produção, Frequência de Avarias e Tempo Médio de Reparação (MTTR) é possível desde logo definir se um equipamento será alvo de actividades de MP.

De referir que a base de dados criada será a ferramenta utilizada para avaliar os critérios da responsabilidade da manutenção.

4.4 Optimização do fluxo

Um problema encontrado na estrutura foi a inexistência de um fluxo definido para a realização de actividades de cariz planeado. Tendo em conta esta situação tentou-se, através da análise da fotografia actual das actividades de MP, definir um fluxo normalizado para estas actividades. De forma a atingir este objectivo foram estabelecidos actores para as actividades, bem como a sequência das etapas a adoptar no fluxo.

Durante a reformulação das actividades atribuídas a cada actor surgiram alguns problemas como, por exemplo:

- Existência de desordem na responsabilidade de processo, i.e. muitas vezes dois actores de processo acabam por realizar o mesmo trabalho, o que leva a uma quase constante duplicação de trabalho em todas estas actividades;
- Existência de trabalhos com um dono de processo desalinhado com o objectivo de atingir grande eficiência no processo;
- A ordem dos acontecimentos não é por vezes a mais eficaz.

Segundo o diagnóstico apresentado no ponto 3.4 havia muitos pontos em aberto os quais se tentaram otimizar bem como normalizar já numa fase posterior: Desta forma surgiram algumas soluções/melhorias ao fluxo das actividades de MP as quais são enumeradas seguidamente:

- Existência de uma definição de critérios de selecção;
- Existência de uniformidade na metodologia de abordagem ao problema;
- Conjuntamente com a introdução das novas folhas de serviço standard é possível obter da parte dos técnicos a informação que se pretende obter nos locais pré-designados;
- Redução das tarefas do fluxo de cariz mais burocrático, através da passagem destas tarefas para o planeador/controlador;

- Os técnicos estavam incumbidos da tarefa de introduzir dados no sistema informático. Visto esta tarefa ser por vezes imensamente morosa decidimos passar esta tarefa para as mãos do planeador. Esta nova conjuntura permite que o planeador passe também a analisar o resultado das intervenções e seleccionar a informação necessária para programar futuras intervenções.

O novo fluxo otimizado das actividades de MP está disponível para consulta no anexo I.

4.4.1 Criação de sistemática de confirmação das tarefas efectuadas

A inexistência de um controlador das actividades originava que muitas das actividades não fossem controladas, pelo que muita da informação registada pelos técnicos não era analisada. Assim as dificuldades encontradas pelos técnicos durante a realização das intervenções continuavam a ser as mesmas para as seguintes intervenções a esses mesmos equipamentos. O trabalho do planeador surge nesta situação como confirmador e controlador dos planos executados. Seguindo esta linha de raciocínio existe neste momento uma pessoa encarregue da confirmação do processo, avaliando as ocorrências verificadas durante a realização das tarefas.

Aquando da realização desta confirmação do processo ou do plano de manutenção é expectável que o planeador procure as causas na base da ocorrência de atrasos na realização de um plano.

O controlador deverá analisar atentamente os comentários dos técnicos, o que levará ao surgimento ou eliminação de tarefas do plano e alteração de periodicidades.

No seguimento da criação desta sistemática de confirmação de tarefas efectuadas foi criada uma ferramenta *standard* de registo de atribuição de tarefas aos diferentes elementos da equipa técnica (Anexo J). Esta ferramenta serve também para realizar o controlo destas actividades (tarefas), sendo que apresenta uma área de análise dos desvios, bem como uma área de registo de comentários.

Definimos um desvio maior ou igual que 25% como sendo um desvio anormal, assim sendo todas as tarefas que apresentem este desvio deveram ser exaustivamente controladas e verificadas de forma a poder ir de encontro à causa na raiz deste desvio.

4.4.2 Análise e eliminação dos pontos fracos do equipamento e processos e eliminar as suas causas.

Deverá ser feito um acompanhamento aos equipamentos que se revelem mais críticos, desta forma será importante antes da implementação/correção de planos ou mesmo introdução de novas tarefas no plano deveram ser realizadas acções correctivas ou de melhoria. O incitamento à realização destas correções nos equipamentos deverá fazer parte das competências do planeador/controlador que deverá através da análise do histórico destes equipamentos verificar quais os componentes dos equipamentos mais problemáticos e assim desenvolver acções de correção/melhoria. De forma a poder apoiar o planeador no registo de acções, foi desenvolvida uma “*Open Point List*”.⁷

⁷ Anexo K

A criação desta folha pretende a melhora da forma como são conduzidas as acções de melhoria que são verificadas pela parte do 3º Pilar e desta forma poder dar um melhor seguimento a estas acções e de igual forma comprometer o departamento da manutenção na melhoria de cariz técnico dos equipamentos.

4.4.3 Zona para actividades de Manutenção Planeada

No contexto geral as acções da MP eram execuções que se encontravam bastante descentralizadas, ou seja, a documentação no que se refere a folhas de serviço relativa a estas actividades estava alocada em diferentes locais segundo as áreas de competência distintas (serralharia, mecânica, eléctrica), o que levava a uma falta de ordem no que diz respeito ao decorrer destas actividades. O que era igualmente perceptível era a falta de visibilidade do processo, uma vez que as folhas de serviço não se encontravam visíveis aos olhos quer do pessoal afecto a estas actividades quer do pessoal não afecto. De forma a poder melhorar esta situação actual de desordem e falta de visibilidade do processo procedeu-se à criação de uma zona a qual é constituída por 3 áreas distintas, indicadas na figura 13:

1. Quadro dedicado a actividades de MP (confirmação de processo);
2. Área de colocação e recolha de folhas de serviço;
3. Área de colocação de peças sobresselentes para identificação de causas de falha frequente.



Figura 13 – Zona dedicada às actividades de Manutenção Planeada

O último ponto (área) diz respeito a actividades de manutenção avançada. Este torna-se um ponto de extrema importância, no que se refere à capacidade de motivação dos técnicos. Pretende-se que esta área possa servir como um estímulo adicional e passe a envolver os técnicos num comportamento mais activo, i.e. espera-se que estes passem a discutir a manutenção não só quando são chamados a fazer uma intervenção.

A área 2 é, como referido anteriormente, a área reservada à colocação e recolha de folhas de serviço. É apresentado na figura 14 um diagrama em árvore o qual apresenta a ordem de separação das folhas de serviço.

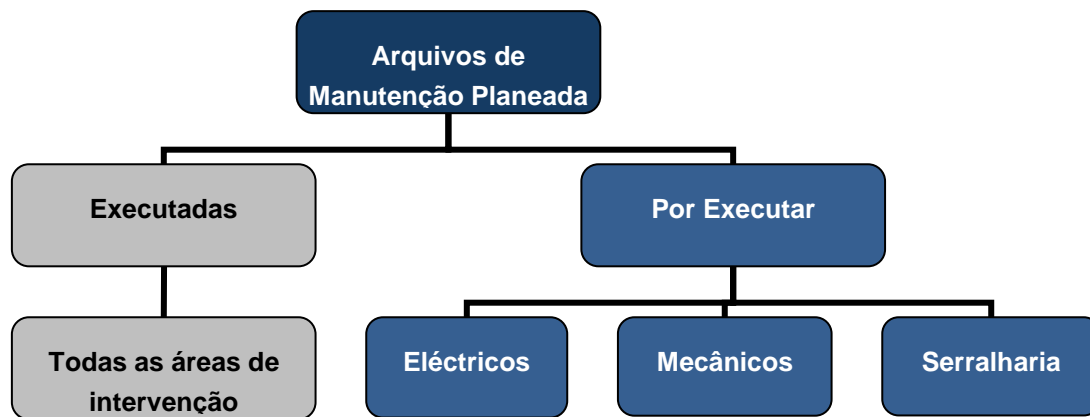


Figura 14 – Diagrama em árvore demonstrador da ordem de partição das folhas de serviço

Além da divisão dos pedidos por executar em diferentes áreas de intervenção, existe ainda uma subdivisão segundo secções. Pretende-se com a existência deste tipo de subdivisão ser possível realizar actividades de manutenção de oportunidade, ou seja, no caso da ocorrência de um problema com algum equipamento, que pode ser devido a questões logísticas, qualidade, etc., poderá assim ser possível verificar quais os pedidos pendentes nesse mesmo equipamento e realizar então a manutenção de oportunidade. Deve ainda salientar-se que para além deste arquivamento das folhas de serviço por secção, haverá ainda um outro arquivo para cada área de intervenção, com o propósito de dispor as folhas de serviço relativas ao trabalho planeado para esse dia.

Os objectivos pretendidos com a introdução deste novo método de arquivo das folhas de serviço são:

- Aumentar a visibilidade do processo, na medida em que estarão facilmente visíveis os trabalhos pendentes, e num local visível;
- Aumentar a motivação dos técnicos, uma vez que estes poderão começar a comentar a manutenção não só quando chamados a uma intervenção mas também quando se encontram na zona de manutenção;
- Aumentar a organização do processo, uma vez que tudo estará centralizado, permitindo assim uma perfeita, ordenada e esclarecedora ordem de processos.

4.4.4 Criação de mapa da fábrica

Criação de um mapa em local previamente designado e com indicação de todas as secções e número de inventários a estes associados. Tal como referido no ponto 3.3 deste relatório é notório, por vezes, a falta de orientação da parte dos técnicos em discernir onde estão localizados alguns equipamentos. Se houver dúvida sobre a localização de algum equipamento, o técnico saberá onde se dirigir de forma a obter a localização.

4.5 Calendário anual

Após proceder a definição da criticidade dos equipamentos, a melhor estratégia de manutenção e o conteúdo dos planos de manutenção, pode ser então elaborado um calendário anual para todos os equipamentos, levando-se em consideração aspectos económicos, mão-de-obra necessária para a realização das intervenções e principalmente as periodicidades de

intervenção determinadas para cada equipamento no seu respectivo plano de manutenção. No anexo L poderá ser observado um destes calendários anuais para uma dada secção. É possível ainda aceder neste calendário aos equipamentos contidos nesta secção, sendo que cada um destes equipamentos poderá apresentar actividades de diferentes áreas, bem como diferentes periodicidades. Os calendários elaborados serão colocados nos *Point CIP* associado a cada secção, de forma a poder notificar e estimular o interesse de toda a organização quanto à importância destas actividades.

4.6 Cockpit Chart com os principais indicadores do 3º Pilar

A apresentação de indicadores é de certa forma bastante importante para qualquer departamento, uma vez que permite indicar se o trabalho realizado num determinado departamento está num bom caminho. Seguindo esta linha de raciocínio foi elaborado um Cockpit Chart, o qual permite a inserção dos dados fornecidos pelo sistema de manutenção e pela base de dados criada. A partir destes, o registo destes dados gera gráficos automaticamente, indicando se o indicador está acima ou abaixo do objectivo estabelecido. Esta folha facilita a gestão por parte dos supervisores, na medida em que permite uma visualização rápida dos dados já organizados sem a necessidade de verificação no sistema de manutenção.

Já ao nível dos *Cockpit Chart* existentes nos *Point CIP* dos grupos de equipamentos⁸, procedeu-se também a uma alteração quanto ao seu conteúdo. O gráfico de registo da disponibilidade vem substituir o antigo gráfico de registo do número de pedidos nesse grupo de equipamentos. Esta decisão de mudança em relação ao gráfico a mostrar deve-se ao facto de a apresentação do gráfico de registo do número de avarias ser pouco expressiva quando o que se pretende é a possibilidade de poder realizar a melhor análise possível através dos mais elucidativos e fiáveis indicadores.

A primeira abordagem ao Cockpit Chart permite obter como vantagens:

- Avaliação regular das métricas;
- Verificação regular dos *standards* das métricas;
- Controlar a obtenção de objectivos.

O Cockpit Chart criado poderá ser observado no anexo N.

⁸ Anexo M

5 Aplicação prática

Neste capítulo são abordados dois casos práticos de implementação do TPM-3º Pilar. O autor faz referência às acções tomadas de eliminação dos pontos fracos dos equipamentos bem como à criação de trabalho standard.

Após a criação de ferramentas base de apoio a implementação do 3º Pilar, inclusive a base de dados que nos fornece os indicadores de manutenção para cada equipamento, procedeu-se à nomeação de dois equipamentos para implementação do 3º Pilar.

A escolha destes dois equipamentos para primeiro exemplo da aplicação do 3º Pilar teve sobretudo em conta os seguintes requisitos:

- Secção na qual já havia sido introduzido o 1º e o 2º pilar do TPM com sucesso e na qual esta a ser escrupulosamente seguido;
- Apresentar uma disponibilidade intrínseca reduzida;
- Custos de manutenção elevados;
- Apresentar em toda a generalidade valores medíocres no que diz respeito a indicadores de manutenção, a saber MTBF, MTTR, MWT.

Após realizada esta análise foram nomeados os seguintes equipamentos:

- Linha de teste de estanquicidade;
- Sistema de colagem do silicone.

Em ambos os equipamentos já havia sido implementado o 1º pilar e o 2º pilar do TPM-Modelo Bosch, sendo que ambos apresentavam valores medíocres no que diz respeito aos indicadores de manutenção, com a agravante do segundo equipamento apresentar custos muito elevados no que toca ao consumo de sobresselentes.

É assim apresentado a aplicação prática da MP aos dois casos práticos, sendo que é pretendido:

- Analisar e eliminar os pontos fracos do equipamento e processo, e eliminar as suas causas;
- Elaborar, determinar e executar actividades de manutenção.

5.1 Linha de teste de estanquicidade

A linha de teste de estanquicidade tem como finalidade testar os automáticos de gás e é constituída por 3 partes distintas:

- Sistema de gestão e transporte de paletes;
- Bancas de Ensaio de Estanquicidade (4);
- Bancas de Ensaio do Funcional (2).

De referir que a aplicação só foi realizada nas 4 bancas de estanquicidade. Na figura 15 é apresentada a linha de teste de estanquicidade.



Figura 15 – Linha de teste de estanquicidade

O principal propósito da Manutenção Planeada é o aumento dos padrões de manutenção e a melhoria da eficiência de custos⁹. Para se alcançar isto é necessário analisar criticamente os registos históricos dos equipamentos, e a partir dessa análise, tirar ilações para definir o modo de actuação da manutenção.

A análise realizada ao histórico de falhas do equipamento demonstrou que a maior causa de problemas advém do empeno dos componentes constituintes deste equipamento. Assim e de acordo com a análise efectuada todos os esforços convergiram para o estabelecimento de melhorias no sentido de potenciar o afastamento de problemas relacionados com a deformação de componentes.

No decorrer do trabalho foram realizados algumas acções correctivas, as quais:

- Sistema de fixação dos cilindros;
- Sistema de fixação dos componentes aos cilindros;
- Fixação dos tubos de teste do automático de gás;
- Protótipo de palete dos automáticos de gás.

Seguidamente são descritas estas acções de melhoria.

Sistema de fixação dos cilindros

O sistema de fixação dos cilindros estava a ser feito de acordo com as necessidades do tipo cilindros mais antigo, pelo que os pinos de encaixe não eram os mesmos que são especificados para os cilindros que se encontram actualmente no mercado. Desta forma procedemos a furação de mais dois furos que permitissem a fixação dos cilindros segundo as cotas actuais conforme ilustrado na figura 16.

⁹ Corder, 1976

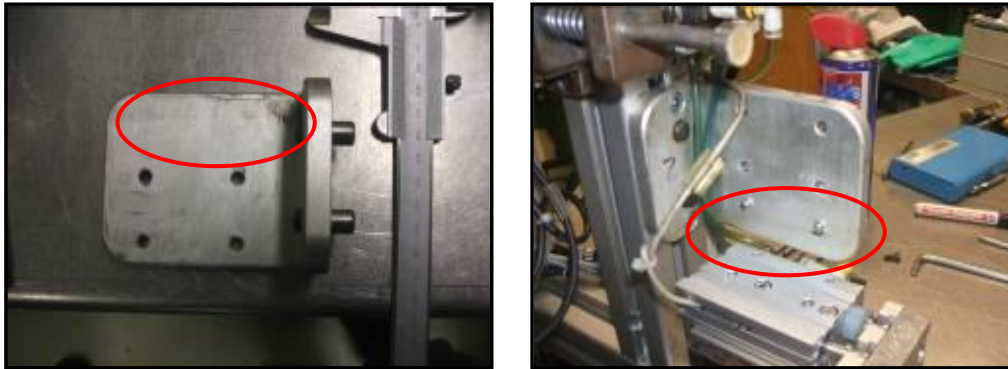


Figura 16 – Fotos antes e depois do sistema de fixação dos cilindros

Com esta melhoria é esperado uma diminuição nas ocorrências maioritariamente causadas devido à existência de uma errada fixação dos cilindros.

Fixação dos tubos de teste do automático de gás

Um dos grandes problemas observados era a oscilação que o tubo poderia ter, inclusive ao haver contacto com outros componentes mecânicos do conjunto. Esta situação levava a que por vezes ao haver uma oscilação que a boca não encaixasse perfeitamente nos injectores do automático o que levaria uma vez mais ao empeno dos cilindros. Decidiu-se construir uma peça que pudesse garantir a mínima e ao mesmo tempo necessária oscilação do tubo (uma vez que o próprio tubo dos injectores pode chegar numa posição incorrecta) (figura 17).

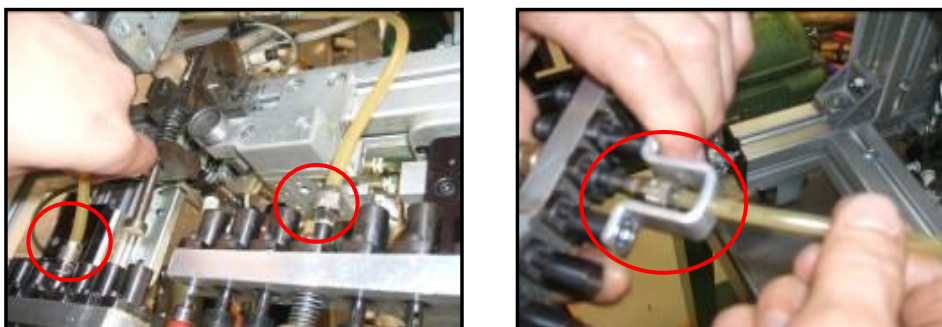


Figura 17 – Fotos antes e depois do sistema de fixação dos tubos

É esperado que com esta melhoria implementada no sistema seja possível evitar mais uma vez a ocorrência de empenos nos componentes mecânicos.

Sistema de fixação dos componentes aos cilindros

Um dos problemas evocados pelos técnicos quando havia um pedido de intervenção era a dificuldade em ajustar os componentes para a posição pretendida, o que levava a um aumento do indicador MTTR. Na figura 18 é apresentada uma melhoria no equipamento a qual permite com maior facilidade ajustar os componentes mecânicos.



Figura 18 – Foto do sistema de fixação dos componentes aos cilindros

Com esta alteração efectuada no equipamento é expectável que o tempo de reparação decresça muito e desta forma possa facilitar o trabalho dos técnicos.

Criação do protótipo

As paletes são elementos cruciais e de extrema importância para o bom funcionamento deste equipamento, uma vez que são estas que originam o bom ou o mau posicionamento dos automáticos de gás, pelo que se decidiu estudar a possibilidade de proceder a algumas alterações neste componente criando assim um protótipo que fosse de encontro aos nossos objectivos.

Na figura 19 é apresentado o protótipo criado (à direita) bem como o modelo de paleta convencional (à esquerda).

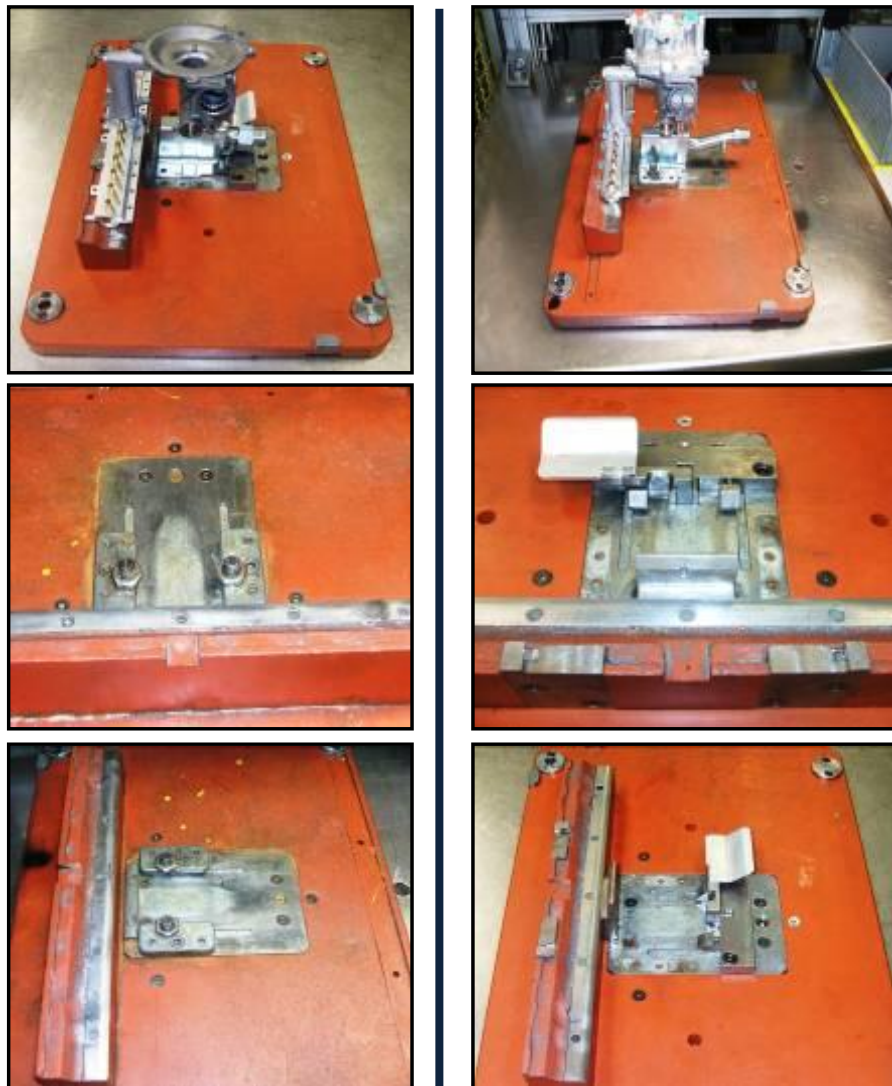


Figura 19 – Foto da paleta convencional (à esquerda); Foto de paleta protótipo (à direita)

Este protótipo foi uma vez mais idealizado e construído para que pudesse prevenir a ocorrência de falhas no equipamento devido a razões relacionadas com a torção de componentes.

O protótipo apresenta interesse na medida que fomenta o bom posicionamento e fixação dos automáticos de gás na paleta.

Os resultados da introdução deste protótipo ainda não são completamente identificáveis, no entanto, é esperado que com a sua utilização a ocorrência de avarias neste equipamento diminua de uma forma drástica. É igualmente esperado que melhore as condições ergonómicas neste equipamento, uma vez que a forma de colocação e extracção do automático de gás se encontra simplificada. A aprovação deste protótipo estará dependente da análise do mesmo durante um determinado período. Caso se verifique que este está relacionado com uma diminuição da ocorrência de problemas, será estendido a todas as paletes utilizadas no equipamento.

Após a efectivação destas alterações no presente equipamento foi elaborada uma ficha de instrução de forma a poder tornar *standard* o trabalho de MP neste. A ficha de instrução criada poderá ser observada no anexo S (frente da ficha) e no anexo T (verso da ficha).

5.2 Sistema de Colagem de silicone

O equipamento em estudo é composto por uma cabeça doseadora, ilustrada na figura 20 a qual consiste essencialmente em duas bombas de engrenagens, ambas accionadas por servomotores.



Figura 20 – Sistema de colagem de silicone

Estas duas bombas têm como objectivo bombear dois componentes, o componente A e B, segundo as proporções de mistura desejadas. Para um melhor entendimento do problema, as bombas serão denominadas pelos componentes que bombeiam. Assim uma bomba será chamada de bomba do componente A, a outra, bomba do componente B. A escolha deste equipamento para implementação piloto do 3º Pilar do TPM está relacionada principalmente com os custos elevados de manutenção, mas também pelo tempo dedicado pelo departamento da manutenção na reparação destas.

O principal problema apresentado neste equipamento é sobretudo a baixa durabilidade das bombas de engrenagem.

Numa primeira fase de abordagem ao problema houve necessidade de analisar e entender o sistema. Para isso foi elaborado um esquema do sistema hidráulico (Anexo O) e registados os valores de pressão com os quais o equipamento estava a trabalhar nos pontos que pudessem mostrar interesse para uma análise deste sistema. Na tabela 1 e 2 são apresentados os valores de pressão da medição efectuada e os valores de pressão recomendados pelo fornecedor, respectivamente do componente A e do componente B.

Tabela 1 – Registo dos valores de pressão do componente A

Componente A Ponto nr.	Medição efectuada		Recomendado pelo fornecedor	
	Estática (bar)	Dinâmica (bar)	Estática (bar)	Dinâmica (bar)
1	220	200	100	80
2	220	200	100	80
3	21	21	15-30	15-30
4	27	21	15-30	15-30
5	30	50	30	50

Tabela 2 – Registo dos valores de pressão do componente B

Componente B Ponto nr.	Medição efectuada		Recomendado pelo fornecedor	
	Estática (bar)	Dinâmica (bar)	Estática (bar)	Dinâmica (bar)
1	-	-	-	-
2	140	140	100	80
3	14	14	15-30	15-30
4	50	32	15-30	15-30
5	38	48	30	50

Tendo em conta as condicionantes características do equipamento e após a definição dos valores de pressão procedeu-se a alteração destes valores no equipamento segundo os valores apresentados na tabela 3:




Tabela 3 – Valores de pressão definidos para funcionamento do equipamento

Ponto nr.	Componente A		Componente B	
	Estática (bar)	Dinâmica (bar)	Estática (bar)	Dinâmica (bar)
1	90±10	80±10	-	-
2	85±10	60±10	130±10	100±10
3	20±10	20±10	20±10	20±10
4	20±10	20±5	20±5	20±5
5	30±10	50±10	30±10	50±10

Estes valores foram aplicados no equipamento e testados durante 3 turnos com bons resultados associados. O tempo de ciclo não ficou reduzido, bem como não foram detectadas perdas de pressão.

Após a definição e standardização dos valores de pressão foram definidas acções de melhoria de forma a corrigir alguns dos erros detectados no sistema. Na tabela 4 são apresentadas estas acções bem como objectivo a atingir ao executar estas acções.

Tabela 4 – Lista de acções de melhoria de funcionamento do equipamento

Acção	Objectivo	Imagem
Colocar outro regulador de pressão no circuito do componente B e verificar o valor de pressão no ponto 4.	Verificar se durante estática, a pressão no ponto 4 do circuito do componente B aumenta constantemente.	
Reduzir o comprimento da mangueira do componente B de 20 metros para 8 metros.	Reduzir a perda de carga ao longo da mangueira.	
Contactar o fornecedor e informar sobre as características do novo vedante.	Verificar se o vedante é adequado para as bombas com estas características.	

Depois de introduzidas estas alterações no sistema houve necessidade de construir um registo histórico de substituição e reparação das bombas para sistema de colagem de silicone (Componente A e B) (Anexo Q). Este registo apresenta como finalidade a identificação do ciclo de vida das bombas em diferentes condições e assim (bombas reparadas, bombas novas), através desta informação poder verificar a eficiência dos trabalhos de reabilitação das bombas.

Tal como no equipamento anterior foi elaborada uma folha de instrução de reparação destas bombas de forma a tornar este trabalho de reparação o menos variável possível, e permitir que este trabalho seja passível de ser realizado por outros elementos da equipa (Anexo U) (Anexo V).

6 Apresentação e análise de resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos e é realizada uma análise crítica aos mesmos. Primeiramente será analisada a importância das ferramentas criadas no desenrolar das actividades de MP. Numa fase seguinte será analisada a evolução dos indicadores de manutenção, bem como dos resultados obtidos com a implementação do TPM-3º Pilar nos dois casos práticos apresentados no capítulo anterior. A implementação das actividades TPM-3º Pilar deu origem a diversos resultados, sendo que alguns destes são mensuráveis através de indicadores criados para esta avaliação, outros resultados, no entanto, não são medíveis pelo que não se podem quantificar.

6.1 Importância das ferramentas criadas no desenrolar das actividades de Manutenção Planeada

Fazendo uma alusão à situação inicial descrita no ponto 3.2 do presente relatório, na qual se verifica uma inexistência de parâmetros bem como uma impossibilidade de obter dados fiáveis e com rapidez, tornam-se claros os resultados alcançados.

Ao nível do planeamento a ferramenta criada para análise de indicadores tornou-se bastante útil na definição do planeamento e estratégia de actuação do departamento da manutenção. É notória a melhoria no sistema de gestão da manutenção, em virtude de um total controlo dos indicadores. Será também importante ressaltar a importância das ferramentas *standards* criadas com o intuito de comprometer o departamento de manutenção e o departamento de produção sobre as actividades com cariz planeado a serem realizadas. Por ser uma actividade que anteriormente não era realizada veio de uma forma indubitável aumentar a credibilidade do departamento de manutenção junto de outros departamentos, quanto à realização de actividades de MP.

Analisando de uma forma crítica os resultados da sua implementação, pode-se dizer que as actividades de MP estão neste momento orientadas para os equipamentos mais problemáticos, evitando perdas de tempo com equipamentos que não sejam tão problemáticos.

A MP é neste momento um elemento visível a toda a organização. A visibilidade a que o autor se refere é consequência das acções tomadas de expansão e tentativa de envolvimento de toda a organização. Isto é resultado da colocação dos calendários anuais nas secções a que se referem, bem como na criação de uma zona dedicada às actividades de manutenção.

Ao nível da execução das actividades por parte dos técnicos, é notória a melhoria no decorrer das actividades. A criação do fluxograma relativo às actividades de MP definiu o fluxo de informação e rotinas da manutenção, de acordo com a política de MP. Os problemas relativos à inexistência de um procedimento definido e documentado na execução de actividades de MP foram resolvidos. É difícil quantificar os ganhos reais associados à criação de um fluxo de trabalho bem definido¹⁰, no entanto, torna-se fácil verificar uma melhoria no desenrolar destas actividades. Desde logo é-nos permitido apontar como resultados:

- Diminuição do tempo gasto em trabalho duplicado, em tarefas do fluxo antigo, que eram como exemplo a verificação se determinado material já teria chegado;

¹⁰ Ver capítulo 7

- Diminuição do tempo gasto pelos técnicos no registo informático das actividades, bem como na elaboração de notas de encomenda;
- Melhoria significativa na organização funcional;
- Melhoramento das tarefas contidas no plano.

A criação de trabalho *standard* veio resultar em ganhos, no que se refere à capacidade de planear a manutenção, é possível começar desde já gerir melhor os recursos humanos.

A criação de sistemáticas de acompanhamento as tarefas de MP revelou-se num ganho ao nível motivacional. Neste momento os técnicos apresentam-se mais motivados e preenchem correctamente as folhas adicionando uma rubrica à folha de serviço que completou.

Em suma, o resultado global das ferramentas criadas é bastante positivo, contudo é importante ressaltar que, a partir de agora, o sucesso desta nova estrutura depende em grande parte, da maneira como os dados serão cadastrados no sistema informático. Caso sejam cadastrados dados incorrectos, teremos informações incorrectas e consequentemente falhas nos planeamentos, nas programações e nos controles da manutenção. Por isso e para que esta estrutura continue a dar bons resultados será importante o comprometimento e empenho de todos os envolvidos na realização das suas tarefas.

6.2 Evolução dos indicadores

Linha de teste de estanquicidade

Na figura 21 e na figura 22 são apresentados dois gráficos demonstrando a evolução dos indicadores de manutenção desde o mês de Janeiro ao mês de Junho. No primeiro gráfico (figura 21) é apresentada a evolução do indicador Disponibilidade, no segundo (figura 22) é apresentada a evolução dos indicadores MTBF, MTTR.

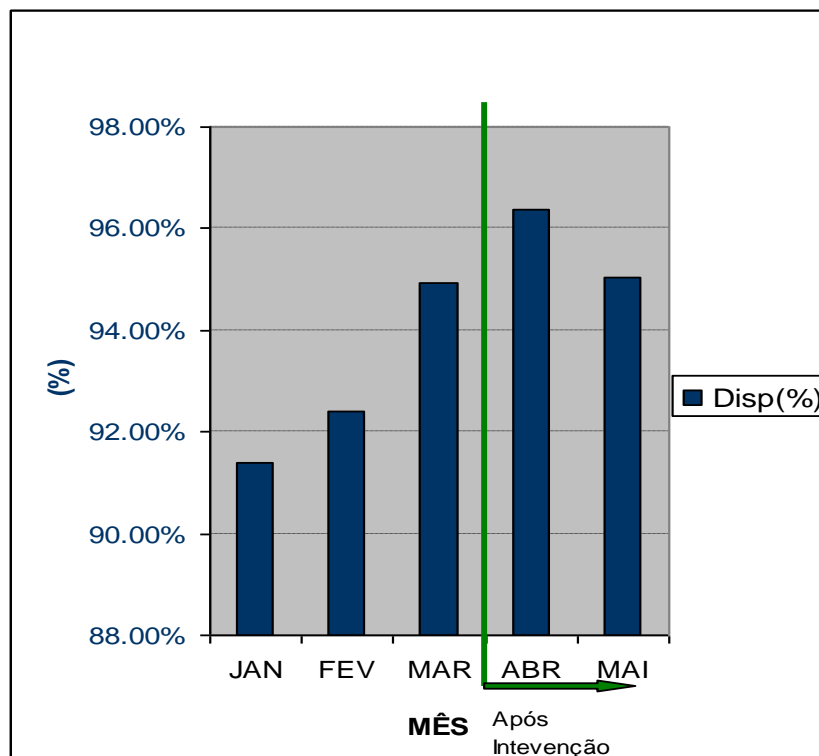


Figura 21 – Gráfico da evolução do indicador disponibilidade intrínseca

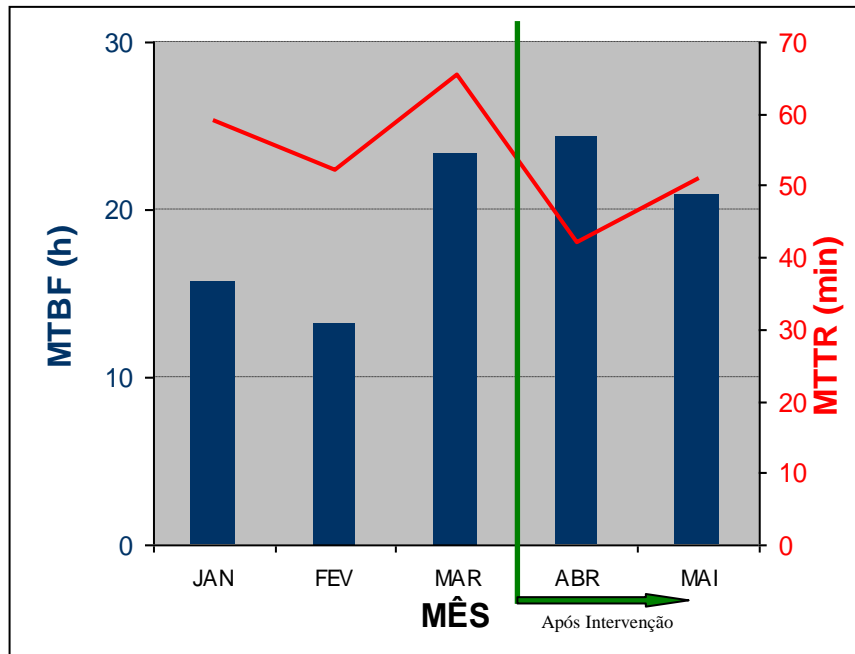


Figura 22 – Gráficos da evolução dos indicadores MTBF e MTTR

Da análise efectuada fica bem patente que os trabalhos realizados neste equipamento se revelaram benéficos para uma evolução positiva dos indicadores de manutenção, no entanto, regista-se uma quebra no mês de Maio. Esta quebra deve-se ao facto das actividades de MP não terem sido realizadas nos postos do funcional, como é possível verificar no anexo P.

Este resultado só vem reforçar a importância dos trabalhos de MP. É esperado que estes indicadores alcancem ainda melhores resultados neste equipamento depois da implementação do protótipo da paleta de suporte aos automáticos de gás.

Sistema de Colagem de Silicone

O Sistema de Colagem de Silicone foi apresentado no ponto 5.2 deste relatório como sendo um equipamento que por via das suas bombas de engrenagem de baixa durabilidade seria um grande consumidor de tempo, e por consequência um grande gerador de custos para o departamento de manutenção. Foi realizada uma análise à durabilidade das bombas antes e pós a introdução do TPM-3º Pilar, a qual está apresentada na tabela 5.

Tabela 5 – Análise à durabilidade das bombas do componente A e B

Componente	Durabilidade da bomba (dias)	
	Antes	Depois
A	150	a)
B	15	30

a) Não mensurável até à data de conclusão deste relatório

Devido ao facto de ainda não existir um registo suficientemente válido para realizar uma análise consistente à evolução da durabilidade das bombas considerou-se apenas a durabilidade da bomba do componente A e B anterior à introdução do TPM-3º Pilar.

Seguindo como padrão a durabilidade apresentada pela bomba após tomadas acções de cariz melhorativo/correctivo, podem-se apontar para melhorias significativas.

É possível anotar ainda um aumento do grau de eficiência na actividade de reparação das bombas, passando este trabalho ser passível de ser realizado por qualquer técnico apresentando sempre óptimos resultados, no que toca à sua durabilidade. Ainda que não seja possível realizar uma análise exaustiva ao comportamento das bombas em estudo, os primeiros resultados apontam para um aumento generalizado do ciclo de vida destas.

Outro resultado verificado após a introdução do TPM-3º Pilar modelo Bosch neste equipamento foi a inexistência de paragens intempestivas que pudessem provocar a paragem da produção.

A análise fiabilística não foi realizada devido ao facto da grande maioria das bombas ser alvo de reparações, estas não apresentam um registo histórico suficientemente completo que permita realizar estes estudos, mais, as alterações/melhorias efectuadas ao sistema tenderão para um aumento generalizado do ciclo de vida destas bombas.

7 Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

Este capítulo final reúne as conclusões do trabalho desenvolvido e as perspectivas de trabalho futuro. Inicialmente serão apresentadas as conclusões gerais sobre os conceitos desenvolvidos. Segue com as sugestões de trabalhos futuros, sugestões essas que segundo a óptica do autor possam ser pontos a explorar noutros trabalhos futuros.

O tema da MP torna-se actualmente um tema de absoluta importância para a maioria das empresas, na medida que todas as organizações precisam de obter um retorno máximo dos seus activos e recursos. Assim sendo, as perdas e ineficiências devem ser combatidas. De forma a almejar este objectivo o planeamento e o controlo da manutenção surge como um componente essencial ao cumprimento dos objectivos económicos e no crescimento de qualquer empresa.

Este trabalho incidiu essencialmente no desenvolvimento de um trabalho de base, de organização da MP segundo a metodologia TPM. Foi ainda possível aplicar esta metodologia a vários casos práticos. Na opinião do autor é expectável que as actividades de MP possam a partir deste momento ser expandidas por toda a fábrica sustentadas numa base sólida e bem estruturada com ferramentas e donos do processo bem definidos.

É certo que o objectivo passa por aumentar a proporção de actividades de MP no contexto global de todas as actividades de manutenção, no entanto, o autor conclui que isto só se poderá verificar se toda a organização apontar esforços nesse sentido. Torna-se imperativo que todo o pessoal afecto ao departamento da manutenção olhe para as actividades de manutenção segundo a filosofia do TPM como uma actividade tão ou mais valiosa que as actividades de manutenção curativa. De igual modo é impreterível que o pessoal afecto ao departamento da produção liberte os equipamentos para actividades de manutenção autónoma ou quando requisitadas intervenções pelo departamento de manutenção aos mesmos. Este é mesmo o ponto, que se conclui como sendo o mais crucial no trabalho na área do planeamento da manutenção.

Será também importante referir a importância da utilização de indicadores confiáveis na tomada de decisões ao nível da gestão da manutenção. Estes indicadores fazem certamente a diferença entre um bom e um mau sistema de gestão da manutenção.

Dado o contexto actual, em que as empresas funcionam sob a filosofia “*Lean manufacturing*”, torna-se muito difícil fazer um planeamento ao nível produtivo, que resulta em alterações no planeamento da manutenção. O exemplo crasso deste paradigma é um dos equipamentos, no qual foi introduzido o 3º Pilar do TPM-Modelo Bosch. Idealmente deveria ter sido realizada a intervenção aos postos do funcional na mesma altura em que foi realizada a intervenção nos postos de estanquicidade, no entanto, por não haver cedência do equipamento quando solicitado, resultou a um pico de pedidos de intervenção no mês seguinte, o que levou por conseguinte a uma quebra da grande maioria dos indicadores de manutenção de todo equipamento.

Trabalho Futuro

O trabalho apresentado está compreendido numa proposta de implementação da MP mais vasta, pelo que deverá ser um trabalho contínuo e acompanhado até levar a uma efectivação completa destas actividades em toda a organização.

O autor deste trabalho considera que seria bastante importante a realização de um estudo exaustivo de acompanhamento e registo da eficiência na execução das actividades de manutenção pela parte dos técnicos. Este trabalho poderia levar a um reconhecimento inequívoco dos factores mais penalizantes no que toca a percas de eficiência, e a partir desse reconhecimento poder trabalhar exaustivamente no melhoramento desses pontos.

Atendendo a evolução tecnológica presente em novos equipamentos adquiridos, é notório o aumento crescente complexidade no que diz respeito as actividades de manutenção. Os estudos de fiabilidade, poderão no futuro vir a ser explorados nesta empresa, como forma de poder otimizar o ciclo de vida dos equipamentos.

Uma necessidade que também deverá ser considerada em trabalhos futuros é a formação e a criação de uma matriz de competência para os técnicos de manutenção. Este ponto deverá ser explorado de forma a poder reconhecer quais os pontos mais fortes e menos fortes de cada técnico, e através deste reconhecimento poder melhorar os seus conhecimentos. Esta matriz de competências poderá ainda melhorar a gestão e atribuição de trabalhos a força laboral do departamento da manutenção.

Durante o decorrer deste trabalho foi ainda estudado e elaborado um diagrama de definição estratégica de actuação do departamento da manutenção¹¹. No seguimento deste trabalho seria na opinião do autor muito vantajoso a continuação e implementação prática desta estratégia.

¹¹ Anexo R

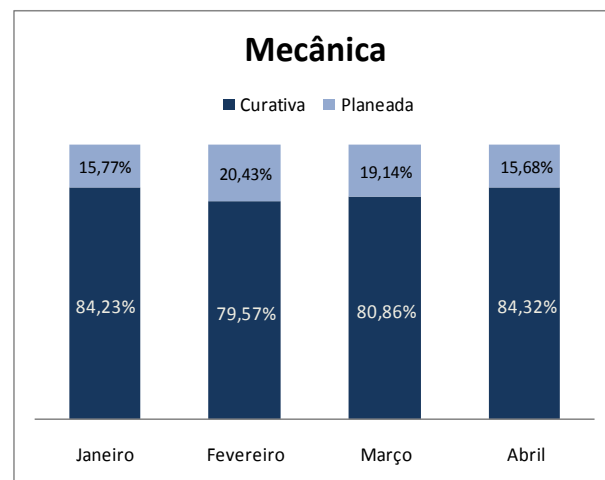
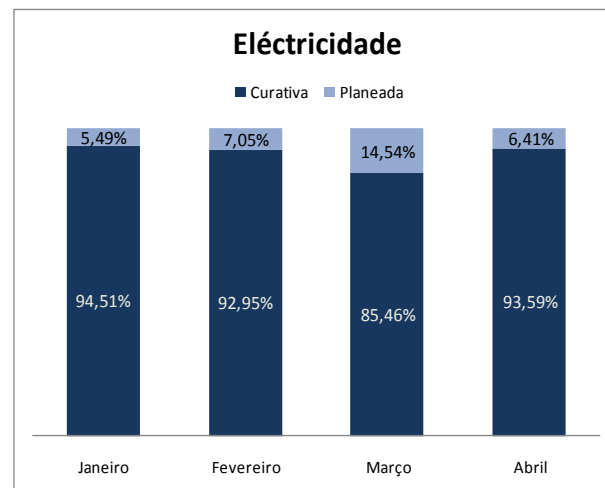
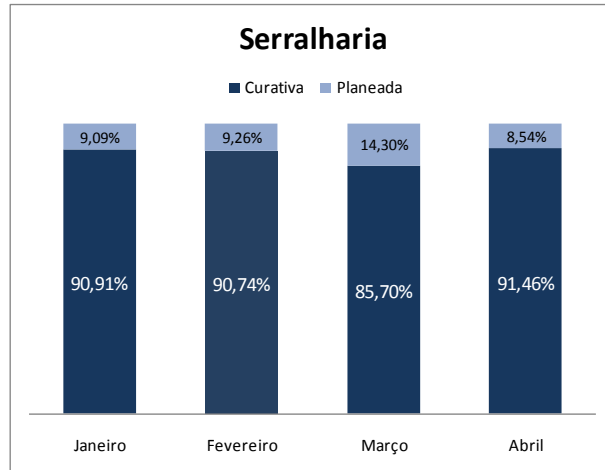
8 Referências

- Barbosa, Paulo (2002). *Planeamento e programação da manutenção: 2º Curso de Especialização em Engenharia de Manutenção*, Vitória.
- Bosch (2008). *Formação de introdução ao TPM*, disponível na Intranet Bosch.
- Branco Filho, Gil (2005). *A organização e a administração da manutenção: Curso de planeamento e controle de manutenção*, Minas Gerais.
- European Standard NP EN 13306, versão Portuguesa - Terminologia da Manutenção, 2007.
- Ferreira, L. A. A.(1998). *Uma introdução à manutenção*, Publindústria, Porto.
- Higgins, Lindley e R. Keith Mobley (2002). *Maintenance engineering handbook*. 6ª edição, McGraw-Hill, New York.
- Jonsson, Patrik e Magnus Lesshammar (1999). *Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE*, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 19 Iss: 1, pp.55 – 78.
- Kaizen Institute (2003). *Introduction to Total Productive Maintenance*, Manuais de formação Kaizen disponíveis nas instalações da Bosch Termotecnologia SA.
- Ljungberg, Örjan (1998). *Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities*, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 18 Iss: 5, pp.495 – 507.
- Nakajima, Seiichi (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance (Preventative Maintenance Series)*, Hardcover.
- Nakajima, Seiichi (1989). *Introduction to TPM*, Cambridge, Mass.: Productivity Press.
- Palmer, Doc (1999). *Maintenance Planning and Scheduling Handbook*, McGraw-Hill, New York.
- The Productivity Development Team (1999). *OEE for operators*, Shopfloor Series.
- Williamson, R. (2006), *Total Productive Maintenance: What It Is and What It Is Not*, ultimo acesso: Maio 2010, <http://www.swspitcrew.com/articles/TPM%20What%20Is%20It%200606.pdf>.
- Wireman, Terry (1998). *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*, Industrial Press Inc.,U.S.

ANEXO A: Diagrama de Gantt de calendarização das tarefas do projecto de estágio

ID	Nome da Tarefa	Início	Conclusão	Mar 2010					Abr 2010					Mai 2010					Jun 2010			
				28-2	7-3	14-3	21-3	28-3	4-4	11-4	18-4	25-4	2-5	9-5	16-5	23-5	30-5	6-6	13-6	20-6		
1	Período de aprendizagem das ferramentas existentes	01-03-2010	20-03-2010	█																		
2	Escolha e identificação dos equipamentos	15-03-2010	28-03-2010	█																		
3	Recolha e análise de informação	15-03-2010	26-04-2010	█																		
4	Revisão, preparação e definição de planos de manutenção	18-04-2010	05-06-2010						█													
5	Execução das actividades de manutenção planeada	18-04-2010	05-06-2010						█													
6	Avaliar necessidades informáticas para controlo e planeamento de tarefas de manutenção planeada	14-03-2010	25-04-2010	█																		
7	Prepara ferramentas informáticas que permitam acompanhar os resultados das acções TPM	25-04-2010	06-06-2010											█								

ANEXO B: Análise da proporção de actividades de Manutenção Planeada por áreas de intervenção



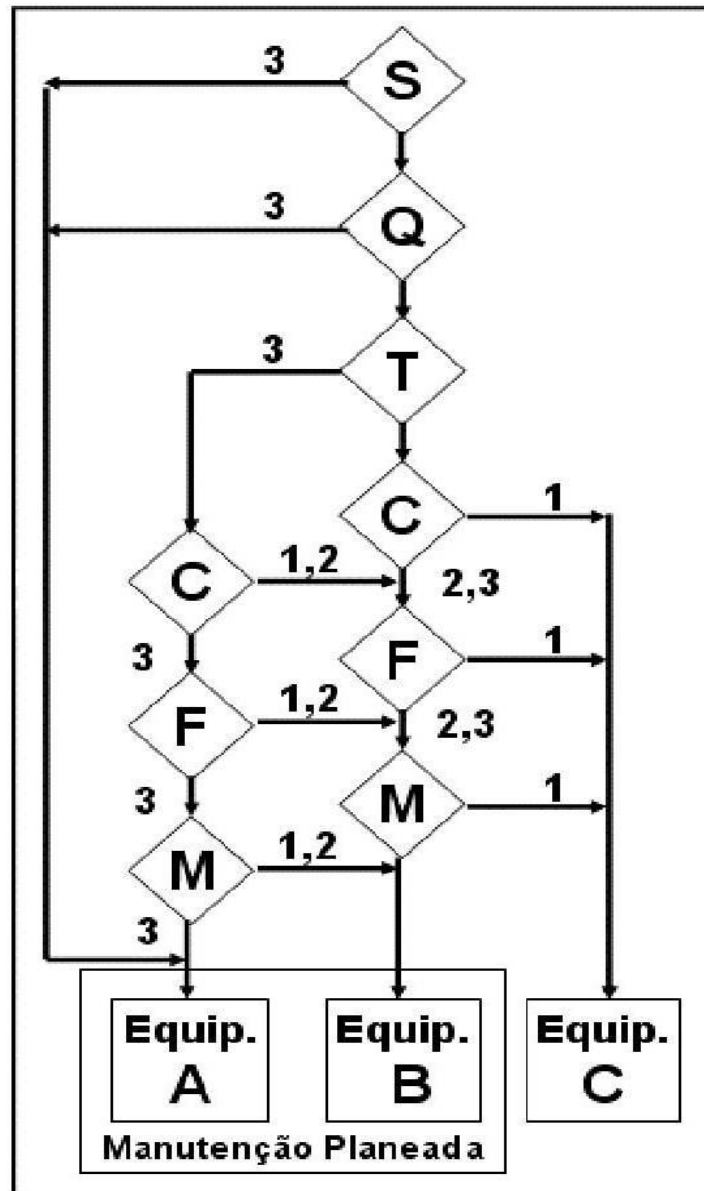
ANEXO C: Folha de nota de encomenda interna

BOSCH		Proposta para N/E			<u>Documento para uso interno</u>				
Projecto: _____ Data: _____ Responsável de _____ (departamento) pela execução: _____		Custos <input type="checkbox"/> Custos extraord. <input type="checkbox"/> Imobilizado N.º de inv.º _____ Proj. _____ nº. _____ (dep.)		Motivo: <input type="checkbox"/> Substituição <input type="checkbox"/> Ampliação <input type="checkbox"/> O. T. nº _____ <input type="checkbox"/> Outros _____		Ao Fornecedor nº : _____ _____ _____ _____			
Pos.	C. de custo	Rúbrica	Grupo de material	Designação do serviço ou equipamento	Quant.	Preço Unit.	Desc. (%)	Preço Total	Data de entrega
1									
2									
3									
4									
TOTAL s/ IVA									
Condições de pag.to: _____									
Propostas alternativas recebidas:					Preenchimento obrigatório				
Fornecedor				Valor	Prazo Entrega	Observações :			
1º)									
2º)									
3º)									
Critério da escolha: _____									
Condições ou documentos a enviar com a N/E.:									
Desenhos: Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Ref.º _____					(Assinatura)				
Foram estabelecidos por escrito, todos os parametros necessários para o fornecedor executar a obra ? Indique quais. _____					Reunião em / / aa mm dd				


ANEXO F: Matriz de definição por classes segundo diferentes critérios de avaliação

Critério de Avaliação	Classe 3	Classe 2	Classe 1
S Segurança e Ambiente	A avaria provocará graves problemas de segurança e ambiente Ex: equipamentos segundo anexo 4 – directiva máquinas	A avaria provocará lesões ligeiras de segurança e ambiente Ex: postos com sistema de montagem complexos	A avaria não tem influência na segurança ou ambiente
Q Qualidade	A avaria afectará seriamente a qualidade Ex: postos de controlo, postos com SPC, postos críticos de Qualidade	A avaria afectará a qualidade. Ex: defeitos visuais, dificuldades de montagem	A avaria não afectará a qualidade
T Regime de Utilização	3 turnos	2 turnos	Utilização esporádica
C Fluxo de Produção	A avaria provocará a interrupção total do fluxo de produção Ex: paragem total de uma célula	A avaria provocará a interrupção de parte do fluxo de produção Ex: paragem parcial de uma célula	A avaria pode ser anulada por sistemas redundantes Ex: banca de ensaio numa célula com 4 bancas
F Frequência de Avarias	Avarias regulares (1x/mês ou mais frequente)	Avarias esporádicas (cerca 1x/ semestre)	Avarias raras (menos de 1x/ semestre)
M Tempo Médio Reparação	Duração >4h	Duração 1 - 4h	Duração <1h

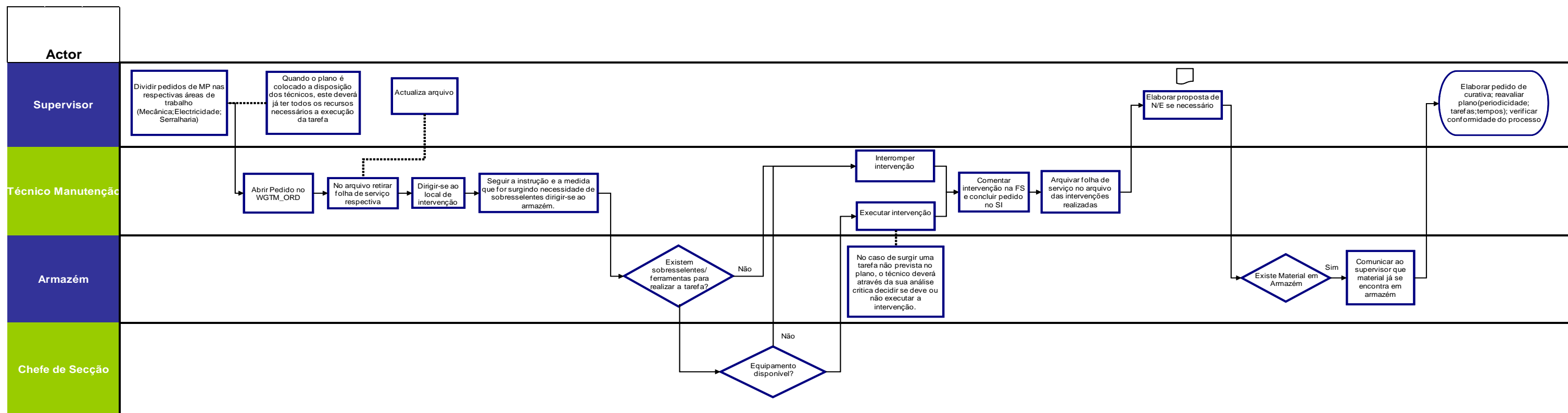
ANEXO G: Fluxo de decisão sobre definição de equipamentos com Manutenção Planeada de acordo com a definição de critérios da tabela



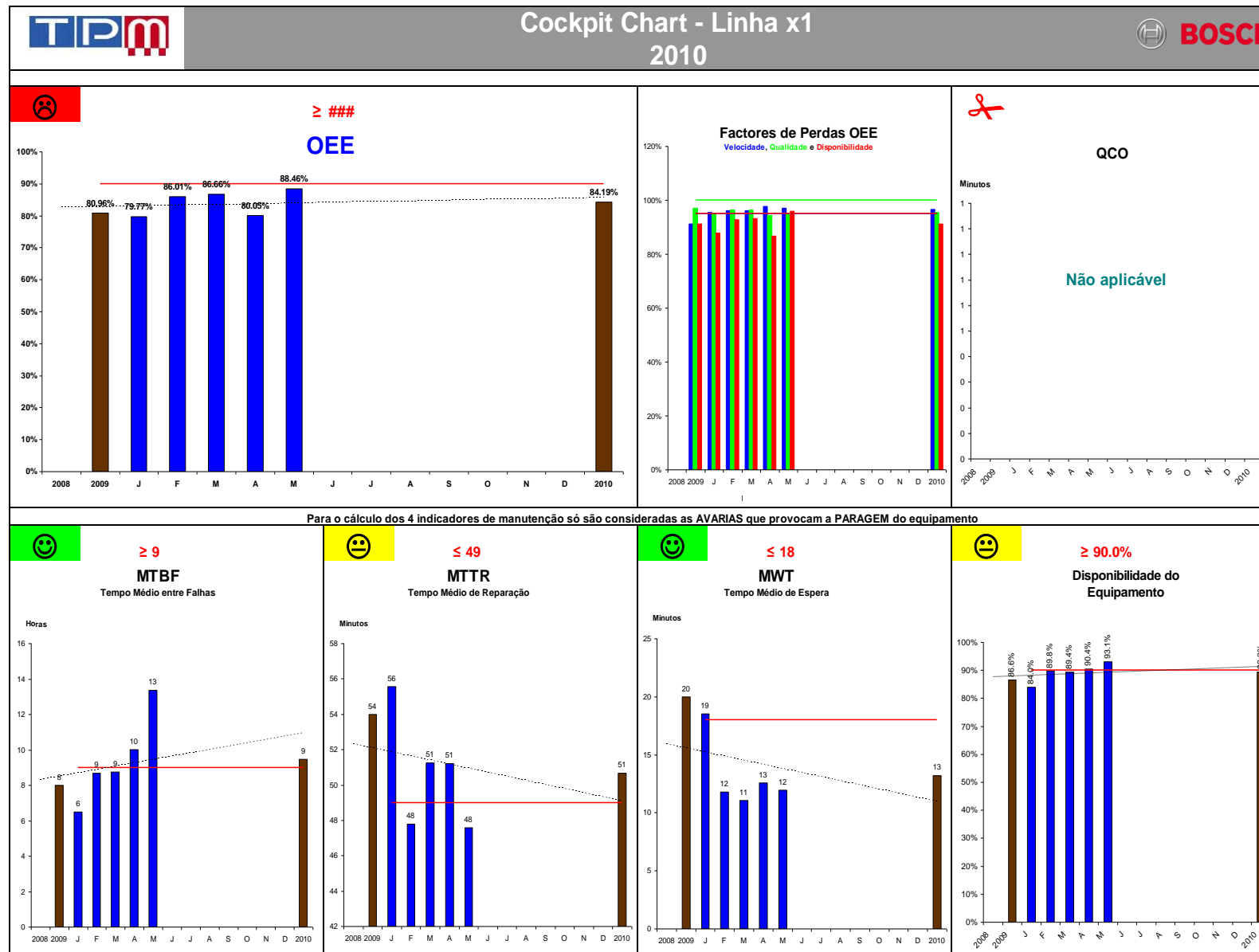
ANEXO H: Folha de Serviço das actividades de Manutenção Planeada

	BOSCH	Manutenção Preventiva de Equipamentos - Folha de Serviço	WGTM_EQU 2010/07/01 17:41:08	
Responsável	PAULO JORGE SANTOS FERREIRA			
Nº. Inventário	885149/001			
Máquina	MAQUINA C/ 4 ARV.-01			
Secção	824 - Maquinação			
Linha				
Crítico	<u>Sim</u>			
Periodicidade (dias)	365			
Próxima Intervenção	2011/08/04			
Plano	824E010: MAN. PREV. A MÁQ. C/ 4 ARVORES-01			
Tarefa	3: MANUTENÇÃO ELÉCTRICA			
Tempo Previsto (h)	1.375			
Trabalhos a Efectuar pelo Técnico	Tempo	Segur.	B D R P	Comentários
MEDIR E COMPARAR OS VALORES OBTIDOS DOS TÉRMICOS COM AS PLACAS DE CARACTERÍSTICAS DOS MOTORES ELÉCTRICOS, REPARAR SE NECESSÁRIO.	0.25			
VERIFICAR O ESTADO DAS CABLAGENS ELÉCTRICAS E SUAS PROTECÇÕES, REPARAR SE NECESSÁRIO.	0.2			
MEDIR E REGISTAR O ISOLAMENTO ELÉCTRICO DOS MOTORES.	0.25			
VERIFICAR FUNCIONAMENTO DOS COGUMELOS DE EMERGÊNCIA	0.1	S		
VERIFICAR SECCIONADOR GERAL	0.04	S		
VERIFICAR FUNCIONAMENTO DOS COMANDOS BIMANUAL	0.1	S		
Observações				
O'Ring 80x2mm ref. armazém:7181250555 O'Rings de vedação da tampa:-RUNGUMMI 4x560 (NEOPRENE) de vedação contra o corpo do compressor; -3x250 (PERBON) de vedação para o exterior. Retentor do compressor -wellendichtung-(peça 21) ref.:781251920 O'Ring vedante de silicone entre peças do compressor 370x4mm				
Legenda: B = Bom; D = Desgaste; R = Reparação; P = Perigo;				Página 1
Data	O Técnico		O Responsável	
/ /				

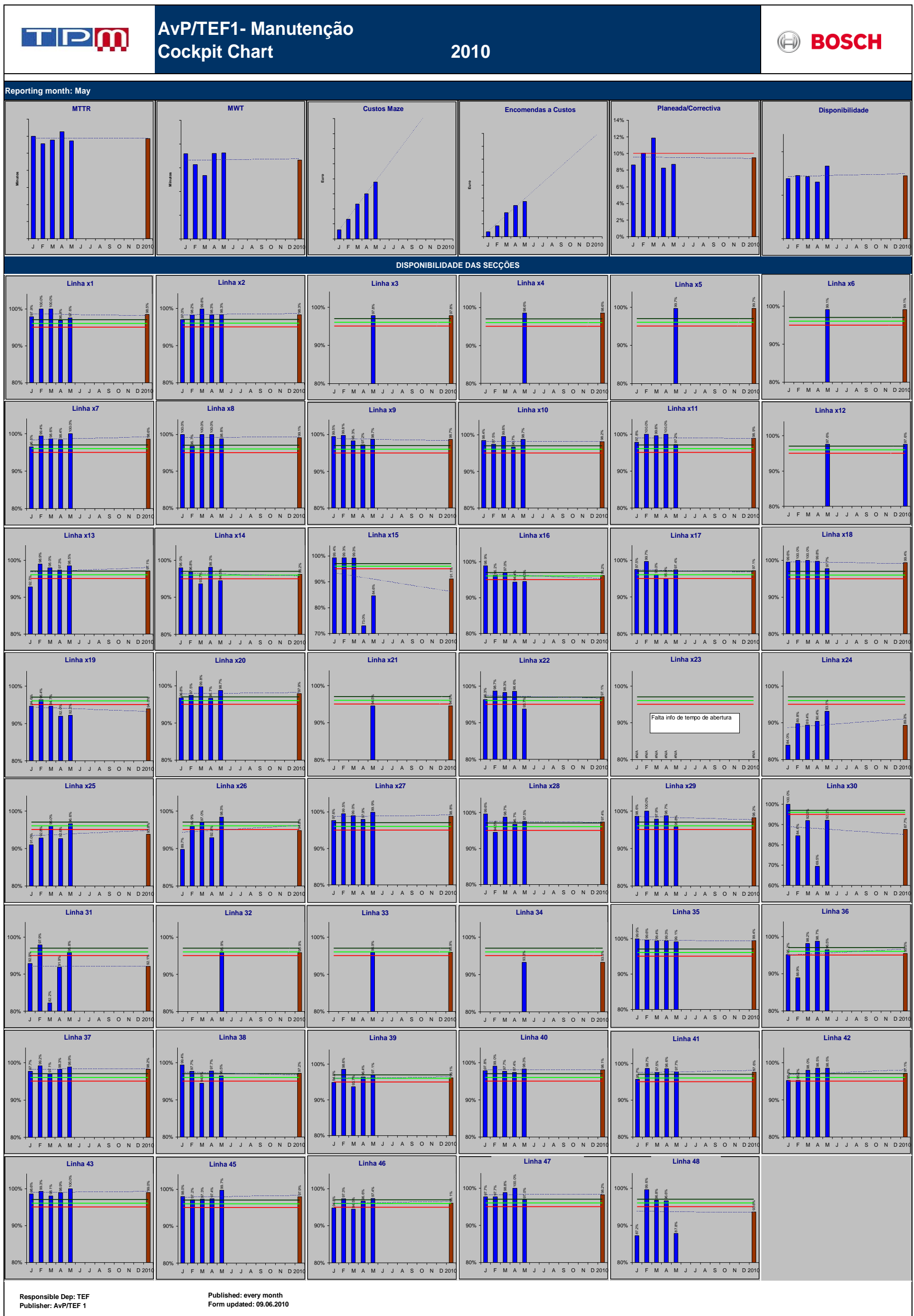
ANEXO I: Fluxo de Trabalho das actividades de Manutenção Planeada



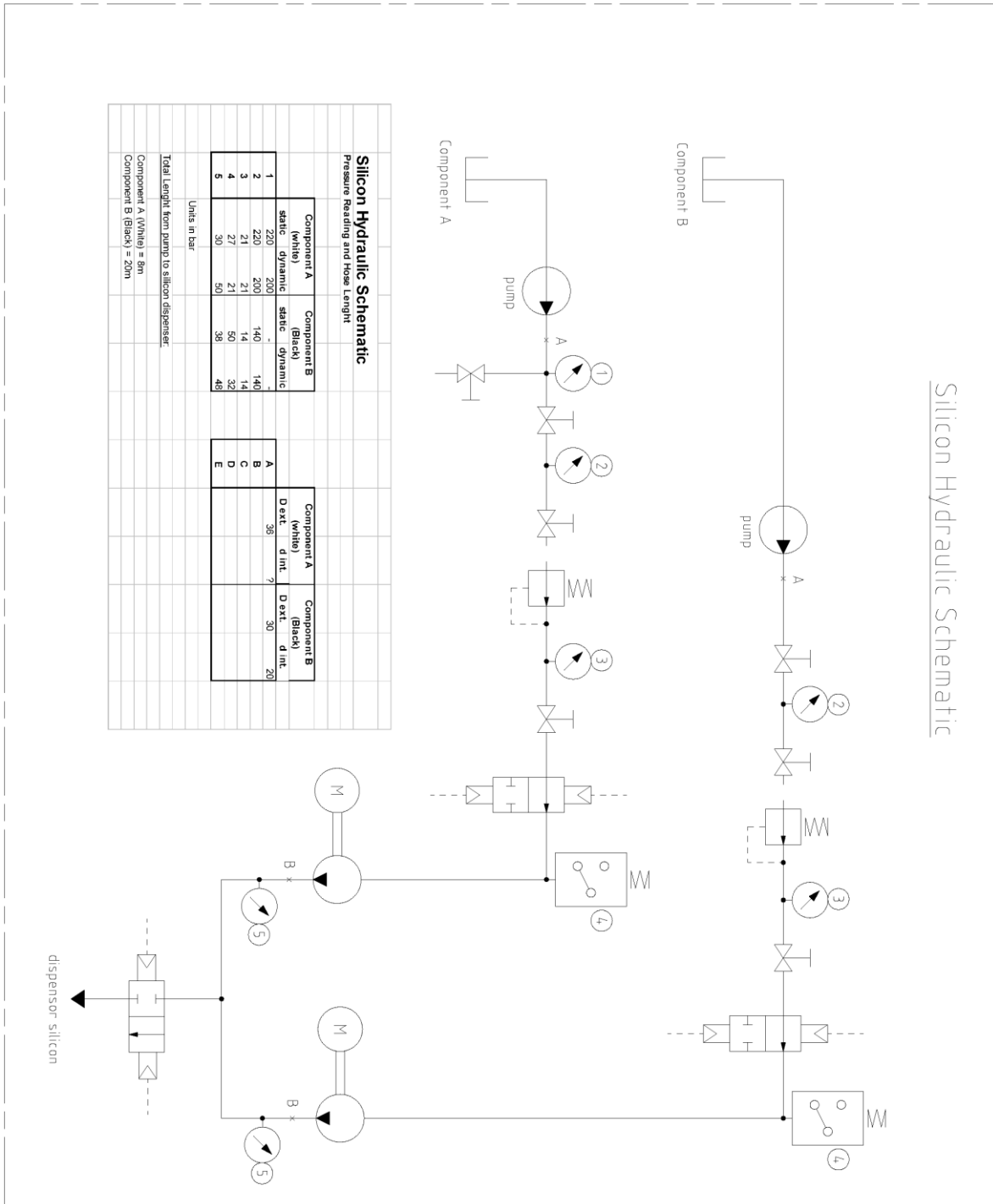
ANEXO M: Cockpit Chart de uma linha



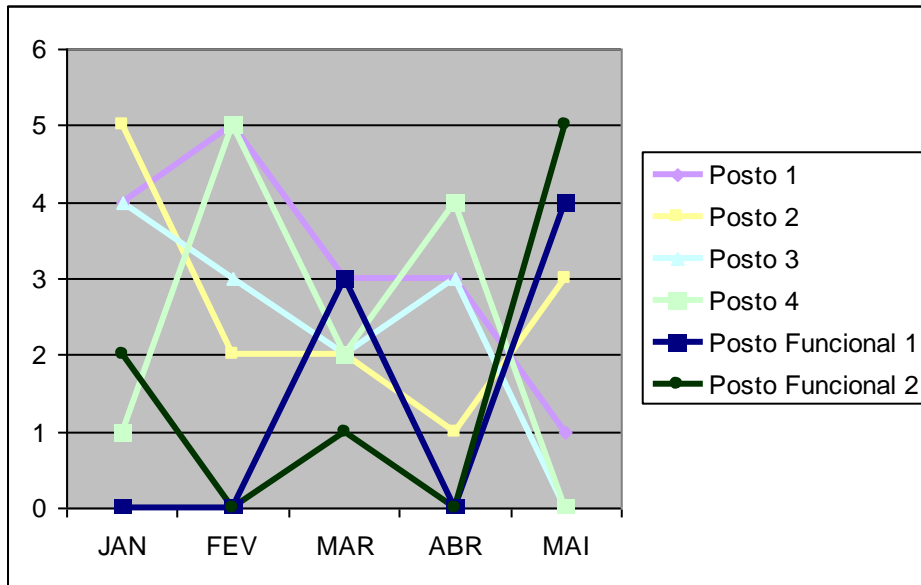
ANEXO N: Cockpit Chart com os indicadores do Departamento da manutenção



ANEXO O: Esquema hidráulico do Sistema de Colagem de Silicone



ANEXO P: Análise de pedidos de intervenção por postos

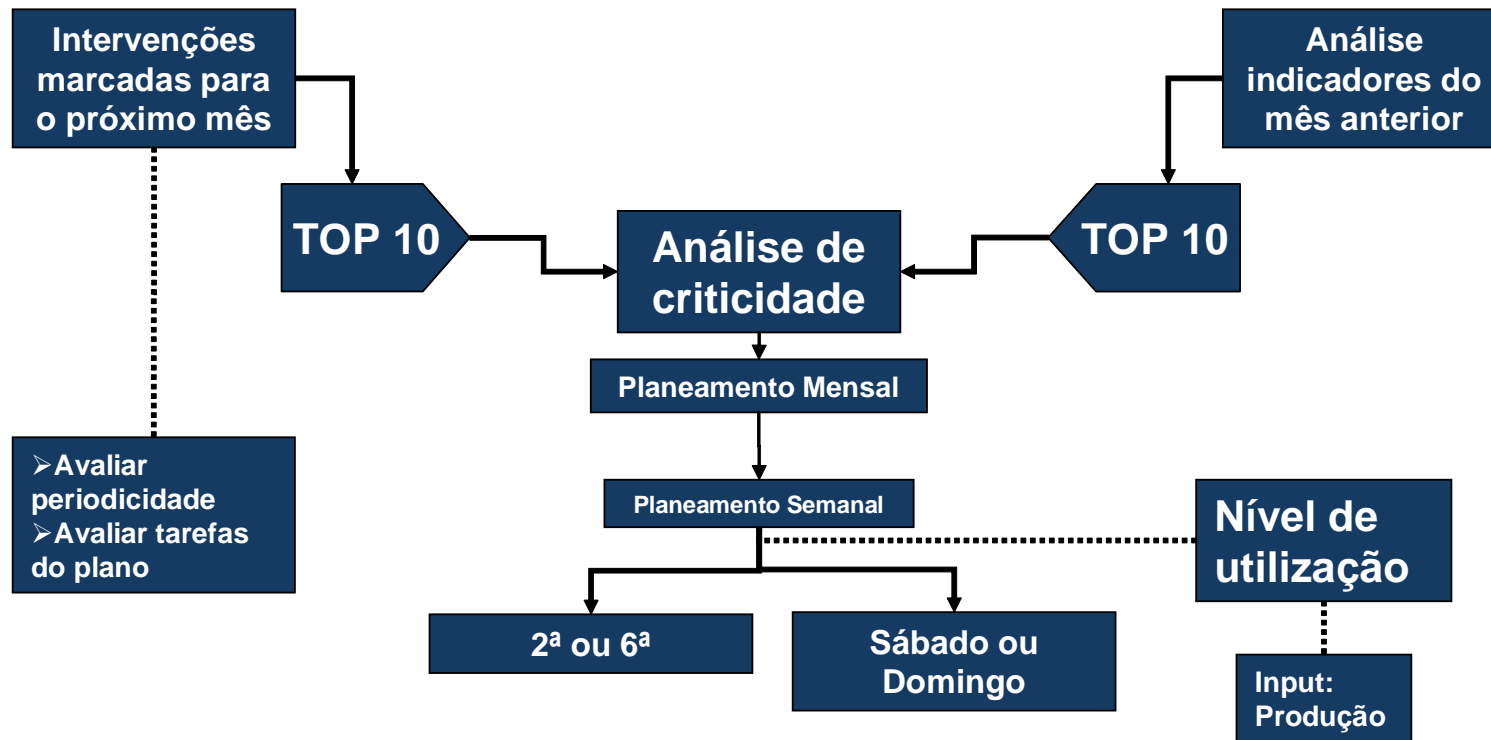


Mês	Posto 1	Posto 2	Posto 3	Posto 4	Posto Funcional 1	Posto Funcional 2
JAN	4	5	4	1	0	2
FEV	5	2	3	5	0	0
MAR	3	2	2	2	3	1
ABR	3	1	3	4	0	0
MAI	1	3	0	0	4	5

ANEXO R: Definição Estratégica do departamento de manutenção



Definição de estratégia

➤ Abordagem Mensal (Prioridades)







ANEXO S: Ficha de instrução de Manutenção Planeada (Linha de teste de estanquicidade) (frente)

Instrução de Manutenção Planeada


BOSCH



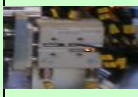






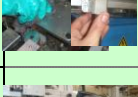


Procedimento	Dados
<ol style="list-style-type: none"> 1- Abrir pedido no sistema informático 2- Verificar a localização do equipamento no Layout Geral da fábrica 3- Executar os pontos de acordo com a sequência definida 4- Concluir pedido no sistema informático 5- Sugestões de melhoria quanto a sequência de trabalhos e/ou metodologia de trabalho devem ser comunicadas ao supervisor 	Nº de itens para intervenção: 14 Tempo total para execução: 4 horas(2 técnicos) Responsáveis pela execução: Técnicos de Manutenção

Imagem do equipamento	Peças de Reposição																														
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #eee;"> <th style="width: 20%;">Referência</th> <th style="width: 60%;">Descrição</th> <th style="width: 20%;">Qtd.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td></td><td>Cilindro SMC MXS12-30AS</td><td style="text-align: center;">3</td></tr> <tr><td></td><td>Cilindro SMC CDQSB16-100DCM</td><td style="text-align: center;">3</td></tr> <tr><td></td><td>Cilindro SMC CDJPB15-20D</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td></td><td>Cilindro Bosch 0822 010 813</td><td style="text-align: center;">4</td></tr> <tr><td></td><td>Cilindro Bosch 0822 010 815</td><td style="text-align: center;">4</td></tr> <tr><td></td><td>Cilindro Bosch 0822010606</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td></td><td>Cilindro Bosch 0822 010 601</td><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Referência	Descrição	Qtd.		Cilindro SMC MXS12-30AS	3		Cilindro SMC CDQSB16-100DCM	3		Cilindro SMC CDJPB15-20D	1		Cilindro Bosch 0822 010 813	4		Cilindro Bosch 0822 010 815	4		Cilindro Bosch 0822010606	1		Cilindro Bosch 0822 010 601	2						
Referência	Descrição	Qtd.																													
	Cilindro SMC MXS12-30AS	3																													
	Cilindro SMC CDQSB16-100DCM	3																													
	Cilindro SMC CDJPB15-20D	1																													
	Cilindro Bosch 0822 010 813	4																													
	Cilindro Bosch 0822 010 815	4																													
	Cilindro Bosch 0822010606	1																													
	Cilindro Bosch 0822 010 601	2																													
Special Tools <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #eee;"> <th style="width: 80%;">Designação</th> <th style="width: 20%;">Qtd.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Barrote</td><td style="text-align: center;">4</td></tr> <tr><td>Palete</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Designação	Qtd.	Barrote	4	Palete	1																									
Designação	Qtd.																														
Barrote	4																														
Palete	1																														

Sequência de trabalho							
Seq.	Local	Acção/Metodologia	Tempo [min]	Special Tools	Foto	Observações	√
1	Linha de teste	Retirar posto	60	Barrote/ Palete			
2	Geometria da máquina	Limpar Posto	30				
3	Geometria da máquina	Verificar aperto dos esquadros	5				

Organização					
Secção - Linha CPT1		Nº Inv. 887043/014	Plano 851E044	Periodicidade(dias) 180	
Supervisor Luis Clemêncio		Elaborado Diogo R.	Revisão 1	Data 26-04-2010	Pág. 1/2


ANEXO T: Ficha de instrução de Manutenção Planeada (Linha de teste de estanquicidade) (verso)











Sequência de trabalho							
Seq.	Local	Acção/Methodologia	Tempo [min]	Ferramentas	Foto	Observações	√
4	Cilindros Pneumáticos	Verificar o estado dos componentes e se necessário substituir.	5				
5	Detectores	Verificar o estado dos detectores.	5				
6	Circuito pneumático - Reguladores de caudal	Verificar o estado dos componentes e se necessário substituir.	5				
7	Circuito pneumático - Tubagem	Verificar fugas e estado das tubagens e, se necessário, reparar.	5				
8	Tampões	Verificar o estado dos componentes (desgaste/folgas) e, se necessário, corrigir.	5				
9	Cabos e fichas de ligação	Verificar o estado dos cabos e fichas de ligação	5				
10	Armário Eléctrico	Verificar o estado dos cabos e fichas de ligação	5				
11	Elementos e componentes mecânicos	Verificar aperto dos componentes e apertá-los se necessário.	5				
12	Linha de teste	Limpar, verificar o estado das tubagens, fios eléctricos e desgaste das guias e casquilhos de deslizamento do posto, se	15				
13	Linha de teste	Montar posto	60				
14	Linha de teste	Efectuar testes de funcionamento posto	30			É necessário testar o posto na presença do responsável de	
Total:			240	minutos			

Organização					
Secção - Linha CPT1		Nº Inv. 887043/014	Plano 851E044	Periodicidade(dias) 180	
Supervisor Luis Clemêncio		Elaborado Diogo R.	Revisão	Data 0 26-04-2010	Pág. 2/2

ANEXO U: Ficha de instrução de Manutenção Planeada (Sistema de Colagem do Silicone) (frente)

Instrução de Manutenção Planeada



Procedimento	Dados																																
1- Abrir pedido no sistema informático retirar folha se serviço 2- Verificar a localização do equipamento no Layout Geral da fábrica 3- Executar os pontos de acordo com a sequência definida 4 Comentar intervenção na folha de instrução de manutenção planeada 5- Concluir pedido no sistema informático	Nº de itens de trabalho: 16 Tempo total para execução: aprox. 4 hor. (1 técnico(s)) Responsáveis pela execução: Técnicos de Manutenção Área de competência: Mecânica																																
Imagem do equipamento	Data início: ____/____/____ Hora Início: ____:____ Hora Início: ____:____ Nome do Técnico: _____ Observações:																																
	Peças de Reposição																																
Special Tools	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Referência</th> <th style="width: 40%;">Descrição</th> <th style="width: 30%;">Qtd.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7181 811 113</td> <td>VEDANTE ROTATIVO R 4 B.X.Ø.2X4.5 NBR (para montar nas flanges)</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Referência	Descrição	Qtd.	7181 811 113	VEDANTE ROTATIVO R 4 B.X.Ø.2X4.5 NBR (para montar nas flanges)	2																										
Referência	Descrição	Qtd.																															
7181 811 113	VEDANTE ROTATIVO R 4 B.X.Ø.2X4.5 NBR (para montar nas flanges)	2																															
Special Tools	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Referência</th> <th style="width: 40%;">Designação</th> <th style="width: 30%;">Qtd.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td>Pano</td><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td> </td><td>AK-1000</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td> </td><td>Etanol</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td> </td><td>Fita-cola</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td> </td><td>Recipiente</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Referência	Designação	Qtd.		Pano	2		AK-1000	1		Etanol	1		Fita-cola	1		Recipiente	1														
Referência	Designação	Qtd.																															
	Pano	2																															
	AK-1000	1																															
	Etanol	1																															
	Fita-cola	1																															
	Recipiente	1																															
Sequência de trabalho																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Seq.</th> <th style="width: 15%;">Local</th> <th style="width: 30%;">Ação/Metodologia</th> <th style="width: 10%;">Tempo [min]</th> <th style="width: 10%;">Special Tools</th> <th style="width: 15%;">Foto</th> <th style="width: 20%;">Observações</th> <th style="width: 5%; text-align: center;">√</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #e0ffe0;"> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Pistola de silicone</td> <td style="text-align: center;">Retirar a bomba</td> <td style="text-align: center;">120</td> <td> </td> <td></td> <td> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr style="background-color: #e0ffe0;"> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Conjunto da Bomba</td> <td style="text-align: center;">Desmontar a bomba</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td> </td> <td></td> <td> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr style="background-color: #e0ffe0;"> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Conjunto da Bomba</td> <td style="text-align: center;">Limpar todos os componentes da bomba</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td>Etanol; Recipiente; Pincel</td> <td></td> <td style="text-align: center;">Deixar os componentes em banho de diluente durante algumas horas</td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </tbody> </table>	Seq.	Local	Ação/Metodologia	Tempo [min]	Special Tools	Foto	Observações	√	1	Pistola de silicone	Retirar a bomba	120					2	Conjunto da Bomba	Desmontar a bomba	5					3	Conjunto da Bomba	Limpar todos os componentes da bomba	60	Etanol; Recipiente; Pincel		Deixar os componentes em banho de diluente durante algumas horas		
Seq.	Local	Ação/Metodologia	Tempo [min]	Special Tools	Foto	Observações	√																										
1	Pistola de silicone	Retirar a bomba	120																														
2	Conjunto da Bomba	Desmontar a bomba	5																														
3	Conjunto da Bomba	Limpar todos os componentes da bomba	60	Etanol; Recipiente; Pincel		Deixar os componentes em banho de diluente durante algumas horas																											
Organização																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Secção - Linha S860</td> <td style="width: 20%;">Nº Inv. 0100000068</td> <td style="width: 15%;">Plano ####</td> <td style="width: 20%;">Tarefa Reparação de Bomba</td> <td style="width: 20%;">Periodicidade(dias) 30 dias</td> </tr> <tr> <td>Supervisor Luis Clemêncio</td> <td>Elaborado Diogo Ramos</td> <td>Revisão</td> <td>0</td> <td>Data 26.04.10</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td>Pág. 1/2</td> </tr> </table>	Secção - Linha S860	Nº Inv. 0100000068	Plano ####	Tarefa Reparação de Bomba	Periodicidade(dias) 30 dias	Supervisor Luis Clemêncio	Elaborado Diogo Ramos	Revisão	0	Data 26.04.10					Pág. 1/2																		
Secção - Linha S860	Nº Inv. 0100000068	Plano ####	Tarefa Reparação de Bomba	Periodicidade(dias) 30 dias																													
Supervisor Luis Clemêncio	Elaborado Diogo Ramos	Revisão	0	Data 26.04.10																													
				Pág. 1/2																													

ANEXO V: Ficha de instrução de Manutenção Planeada (Sistema de Colagem do Silicone) (verso)

Sequência de trabalho							
Seq.	Local	Ação/Metodologia	Tempo [min]	Special Tools	Foto	Observações	√
4	Conjunto da Bomba	Verificar a superfície dos pratos e se necessário proceder a sua rectificação e igualmente a rectificação dos carretos	40				
5	Conjunto da Bomba	Proceder á limpeza de todos os componentes que foram sujeitos a rectificação	5	Pano; Etanol			
6	Conjunto da Bomba	Verificar todas as zonas de encaixe (certicar que todas estas zonas se encontram correctamente limpas)	2				
7	Conjunto da Bomba	Colocar óleo de Silicone em todos os componentes mecânicos	5	AK-1000		Utilizar um doseador para facilitar a operação	
8	Conjunto da Bomba	Fixar a primeira base(1º prato)	1			Início da Montagem da bomba	
9	Conjunto da Bomba	Colocar veio secundário e veio primário	1			1º veio secundário, 2º veio primário	
10	Conjunto da Bomba	Montar carretos	1			1º mandado, 2º mandante	
11	Conjunto da Bomba	Montar placa intermédia("8")	1				
12	Conjunto da Bomba	Montar a segunda tampa (3º prato) e proceder ao aperto dos parafusos	2			Rodar veio primário somente com as mãos, se não for possível tentar com pequenos toques	
13	Conjunto da Bomba	Substituir vedante nas 2 flanges	2				
14	Conjunto da Bomba	Montar as 2 flanges na bomba e proceder ao aperto dos seus parafusos	2				
15	Conjunto da Bomba	Colocar flanges de enchimento e proceder ao aperto dos parafusos	2				
16	Conjunto da Bomba	Selar com fita cola orifícios de carga e de descarga, chaveta e identificar o técnico responsável por este serviço	2				
Total:			251	MINUTOS			
Organização							
Secção - Linha S860		Nº Inv. 010000068	Plano ####	Tarefa Reparação de Bomba		Periodicidade(dias) 30 dias	
Supervisor Luis Clemêncio		Elaborado Diogo Ramos		Revisão		Data 26.04.10 Pág. 2/2	