



Mestrado em Engenharia Eletrotécnica

Preparação e Programação de Manutenção Industrial na Empresa Celbi, S. A.

Relatório de estágio para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Eletrotécnica
Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas Industriais

Autor

Samuel Figueiredo Cabete

Orientador

Doutor Victor Daniel Neto dos Santos

Professor do Departamento de Engenharia Eletrotécnica
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor

Eng. Paulo Jorge Batista Cardoso

Celbi, S. A.

Coimbra, setembro 2017

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Doutor Victor Santos, pela disponibilidade e pelo apoio prestado em todos os momentos na elaboração deste relatório.

À Celbi, empresa que me acolheu, não só para a realização deste estágio, mas sobretudo nesta fase inicial da minha carreira profissional, bem como ao meu supervisor e chefe Engenheiro Paulo Cardoso.

Aos colaboradores do Sector de Manutenção Eléctrica, Automação e Sistemas, por todo o conhecimento técnico transmitido, e em especial ao meu colega de preparação e amigo Fernando Calhaço, por me ter ensinado muito e continuar a ensinar.

Aos restantes colaboradores da Celbi, pela ajuda e colaboração prestada durante o estágio e no desenrolar das nossas actividades profissionais.

À minha família, a quem devo a minha educação e formação, os principais responsáveis pela realização deste trabalho.

RESUMO

O presente documento apresenta as tarefas realizadas no âmbito da componente de Estágio/Projeto/Dissertação, do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica (MEE), ramo Automação e Comunicações em Sistemas Industriais, leccionada no Departamento de Engenharia Eletrotécnica (DEE), do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). O referido estágio foi realizado na empresa Celulose Beira Industrial - Celbi S. A., sediada na localidade de Leirosa, Figueira da Foz. O trabalho realizado compreendeu o estudo e aplicação de diversas metodologias de manutenção em contexto laboral, designadamente no sector da produção de pasta de papel.

Neste relatório de estágio é efectuado, primeiramente, o estudo do estado da arte da Manutenção na indústria, apresentando-se os benefícios que daí advêm, sempre numa perspectiva de melhoria contínua da eficiência das empresas.

De seguida, descrevem-se as atividades desenvolvidas ao longo do estágio, na óptica do preparador de trabalhos de manutenção, salientando-se as metodologias e políticas adotadas pela empresa, a sua cultura de manutenção, bem como a evolução das mesmas ao longo dos anos.

Palavras-chave: Celbi, Manutenção, Programação da manutenção, Eficiência, Fiabilidade

ABSTRACT

This document presents the tasks developed within the subject of Internship/Project/Dissertation, of the Master's degree in Electrical Engineering, Automation and Communications in Industrial Systems speciality, of the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC) – Electrical Engineering Department. This internship was performed at Celulose Beira Industrial - Celbi SA, a paper pulp company based in Leirosa, Figueira da Foz. The work performed included the study and application of several maintenance methodologies in a labor context, specifically in the pulp production factory sector.

This internship report begins by describing the state of the art in the field of the Industrial Maintenance and presenting the benefits that come from it, always with a view to continuous improvement of the companies' efficiency.

Next, the main activities developed during the internship are characterized, always from the perspective of the maintenance activities scheduler, highlighting the methodologies and policies adopted by the company, its maintenance culture, and also their evolution over the years.

Keywords: Celbi, Maintenance, Maintenance Scheduling, Efficiency, Reliability.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABELAS	xi
ABREVIATURAS	xii
1. INTRODUÇÃO	- 1 -
1.1. ENQUADRAMENTO	- 1 -
1.2. OBJECTIVO DO ESTÁGIO	- 2 -
1.2.1. PLANO DE TRABALHO	- 3 -
1.2.2. CRONOGRAMA DO ESTÁGIO.....	- 4 -
1.3. ESTRUTURA DO DOCUMENTO.....	- 4 -
2. MANUTENÇÃO: ESTADO DA ARTE	- 7 -
2.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO	- 7 -
2.2. DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL	- 9 -
2.3. FUNÇÃO MANUTENÇÃO.....	- 10 -
2.4. FIABILIDADE, DISPONIBILIDADE, MANUTIBILIDADE E SEGURANÇA OPERACIONAL	- 11 -
2.5. ESTRATÉGIAS E POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO	- 15 -
2.6. SUBCONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO	- 18 -
2.7. CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS	- 19 -
2.8. MODELOS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO	- 21 -
2.8.1. Modelo TPM	- 21 -
2.8.2. Modelo RCM.....	- 27 -
2.9. FERRAMENTAS DE GESTÃO E INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO	- 29 -
2.9.1. Manutenção Lean.....	- 29 -
2.9.1.1. Kaizen	- 30 -
2.9.1.2. Six Sigma.....	- 32 -
2.9.1.3. Just in Time (JIT)	- 33 -
2.9.1.4. Kanban	- 34 -
2.9.2. Ciclo PDCA	- 34 -

2.9.3. Diagrama de Ishikawa.....	- 35 -
2.9.4. Value Stream Mapping (VSM).....	- 36 -
2.9.5. Single Minute Exchanged of Die (SMED)	- 37 -
2.9.6. Poka-Yoke.....	- 38 -
2.9.7. Brainstorming	- 38 -
2.9.8. Análise SWOT	- 39 -
2.9.9. Indicadores de Desempenho da Manutenção	- 40 -
3. EMPRESA DE ACOLHIMENTO – CONTEXTO E ORGANIZAÇÃO	- 43 -
3.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO	- 46 -
3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS PRODUZIDOS	- 47 -
3.3. PROCESSO DE FABRICO	- 48 -
3.3.1. Pasta.....	- 49 -
3.3.2. Licores e Energia.....	- 50 -
3.3.3. Bioeléctrica.....	- 50 -
3.3.4. Tratamento de águas residuais e emissões gasosas	- 51 -
3.4. ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA.....	- 52 -
3.5. ORGANIZAÇÃO FUNCIONAL DAS INSTALAÇÕES DA CELBI	- 54 -
4. GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA CELBI	- 57 -
4.1. PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO	- 60 -
4.1.1. Paragens Programadas	- 62 -
4.1.2. Paragens Anuais	- 63 -
4.1.3. Prioridades 1 e 2.....	- 65 -
4.1.4. Prioridades 3 e 4.....	- 67 -
4.1.5. Ferramentas de apoio à Manutenção	- 68 -
4.2. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NA CELBI	- 69 -
4.2.1. Manutenção Autónoma.....	- 69 -
4.2.2. Manutenção Planeada.....	- 70 -
4.2.3. Melhorias Individualizadas.....	- 70 -
4.2.4. Controlo Inicial	- 70 -
4.2.5. Manutenção e Qualidade	- 70 -
4.2.6. Formação e Treino.....	- 71 -
4.2.7. Higiene, Segurança e Ambiente	- 71 -
4.2.8. TPM nos Escritórios	- 72 -
4.3. PROJECTO FUTURO (CELBI/KAIZEN).....	- 72 -
5. ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO	- 75 -

5.1. PREPARAÇÃO DE TRABALHOS DE MANUTENÇÃO	- 75 -
5.2. PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA	- 76 -
5.3. ACTUALIZAÇÃO DO ARQUIVO DE INSTRUMENTOS	- 77 -
5.4. PEDIDOS DE CODIFICAÇÃO DE ARTIGOS	- 78 -
5.5. APOIO AO PREPARADOR	- 79 -
6. CONCLUSÕES.....	- 81 -
7. REFERÊNCIAS.....	- 85 -
8. ANEXOS.....	- 89 -
ANEXO 1 – ORGANIZAÇÃO DA CELBI POR ÁREAS.....	- 90 -
ANEXO 2 – ORDEM DE EXECUÇÃO	- 91 -
ANEXO 3 – REQUISIÇÃO DE TRABALHO	- 95 -
ANEXO 4 – PROGRAMA DE TRABALHOS – ANALISADORES	- 96 -
ANEXO 5 – PROGRAMA DE TRABALHOS – LIMPEZA DAS TOMAS DE PRESSÃO.....	- 97 -
ANEXO 6 – FOLHA DE REGISTO POM	- 98 -
ANEXO 7 – INDICADOR: OE COM MUDANÇA DE PRIORIDADE	- 99 -
ANEXO 8 – DESENHO DE LOOP 852-FC-0062	- 100 -
ANEXO 9 – BACKUP DO INSTRUMENTO 463-FT-05517	- 101 -
ANEXO 10 –FICHA TÉCNICA DE ARTIGO.....	- 104 -

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 – Relações entre fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade (Pinto, 2002).....</i>	<i>- 14 -</i>
<i>Figura 2 – Aspectos a ter em consideração na escolha da política de manutenção (Pinto, 2002).....</i>	<i>- 16 -</i>
<i>Figura 3 – Políticas de manutenção dos equipamentos (Pinto, 2002).</i>	<i>- 17 -</i>
<i>Figura 4 – Oito pilares de modelo TPM.</i>	<i>- 24 -</i>
<i>Figura 5 – Esquema de relações entre os 5S (Farinha 2011).</i>	<i>- 32 -</i>
<i>Figura 6 – Metodologia 6 Sigma.</i>	<i>- 33 -</i>
<i>Figura 7 – Ciclo PDCA.</i>	<i>- 35 -</i>
<i>Figura 8 – Diagrama de Ishikawa.</i>	<i>- 36 -</i>
<i>Figura 9 – Visual Stream Mapping.</i>	<i>- 37 -</i>
<i>Figura 10 – Esquema de análise SWOT.....</i>	<i>- 39 -</i>
<i>Figura 11 – Vista aérea da Celbi.....</i>	<i>- 43 -</i>
<i>Figura 12 – Entrada da Celbi.....</i>	<i>- 44 -</i>
<i>Figura 13 – Fase de construção do edifício das caldeiras.....</i>	<i>- 45 -</i>
<i>Figura 14 – Vendas por aplicação final (site Celbi).....</i>	<i>- 47 -</i>
<i>Figura 15 – Vendas por região (site Celbi).....</i>	<i>- 48 -</i>
<i>Figura 16 – Diagrama geral de produção (Celbi).....</i>	<i>- 48 -</i>
<i>Figura 17 – Organigrama da empresa.....</i>	<i>- 52 -</i>
<i>Figura 18 – Organigrama do DMI.</i>	<i>- 58 -</i>
<i>Figura 19 – Divisão dos trabalhos de manutenção.</i>	<i>- 59 -</i>
<i>Figura 20 – Fluxograma da RT à execução.</i>	<i>- 61 -</i>
<i>Figura 21 – Quadro da equipa de supervisão do SMEAS.....</i>	<i>- 74 -</i>

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Planeamento das tarefas a realizar</i>	<i>- 4 -</i>
<i>Tabela 2 – Factores de criticidade e sua ponderação (Cabrita e Silva, 2002).....</i>	<i>- 20 -</i>
<i>Tabela 3 – Valores de pontuação e criticidade (Cabrita e Silva, 2002).....</i>	<i>- 20 -</i>

ABREVIATURAS

BEKP	<i>Bleached Eucalyptus Kraft Pulp</i>
CELBI	Celulose Beira Industrial
CUF	Companhia União Fabril
DEE	Departamento de Engenharia Electrotécnica
DI	Direcção Industrial
DMI	Departamento de Manutenção Industrial
DN	Diâmetro Nominal
DTE	Departamento de Técnicas de Engenharia
FC	<i>Flow Control</i>
FI	<i>Flow Indication</i>
FSC	<i>Forest Stewardship Council</i>
IPE	Investimentos e Participações Empresariais
ISEC	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
JIT	<i>Just In Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
LC	<i>Level Control</i>
LCC	<i>Life Cycle Cost</i>
LEL	<i>Lower Explosive Limit</i>
LI	<i>Level Indication</i>
MEE	Mestrado em Engenharia Electrotécnica
NP	Norma Portuguesa
OE	Ordem de Execução
PA	Paragem Anual
PC	<i>Pressure Control</i>
PI	<i>Pressure Indication</i>
PN	Pressão Nominal

POM	Plano de Operações Metrológicas
PP	Paragem Programada
RAMS	<i>Reliability, Availability, Maintainability and Safety</i>
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
REE	Regime Especial de Exploração
RT	Requisição de Trabalho
SFGM	Sector de Fiabilidade e Gestão de Materiais
SMEAS	Sector de Manutenção Eléctrica, Automação e Sistemas
SMED	<i>Single Minute Exchanged of Die</i>
SMM	Sector de Manutenção Mecânica
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats</i>
TC	<i>Temperature Control</i>
TI	<i>Temperature Indication</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

A evolução das sociedades actuais e conseqüente aumento da competitividade e dinamismo dos mercados obrigou as empresas a reforçar a sua competitividade, produzindo com maior qualidade e em maior quantidade, com maior eficiência processual, formação e valorização dos seus recursos humanos. Neste sentido, a Manutenção Industrial é fundamental para a rentabilização da cadeia de valor de qualquer processo fabril.

O termo Manutenção designa a “combinação de todas as acções técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a repô-lo num estado em que pode desempenhar a função requerida” (NP EN 13306:2007). Assim, é uma das áreas industriais com um papel preponderante na produtividade, o que leva a que a sua avaliação deva ser efectuada num enquadramento global, em conjunto com as outras áreas da organização em que se insere, tais como a Produção, a Qualidade e o Projecto.

Os avanços tecnológicos e científicos ao longo da história levaram à natural necessidade de evolução da Manutenção, que, por sua vez, promoveu o desenvolvimento de estratégias técnicas de gestão que incrementam a segurança, a qualidade dos produtos ou serviços e a optimização dos seus custos, e reduziram o impacto ambiental produzido pela actividade industrial (Ramos, 2012)

Neste sentido, entre os vários modelos de gestão da Manutenção, destacam-se a Manutenção Produtiva Total – *Total Productive Maintenance* (TPM), que assenta na redução de custos e aumento da produtividade, e a Manutenção Centrada na Fiabilidade – *Reliability Centered Maintenance* (RCM), que se baseia na gestão mais eficaz dos riscos de falhas dos equipamentos. Ambos os modelos foram aplicados em grande escala a partir dos anos 70 do século XX.

Com efeito, estas estratégias têm sido aplicadas com êxito na indústria à escala mundial, no decorrer das últimas décadas, e são modelos que se baseiam na optimização da instalação, levando à continuidade do processo produtivo.

O presente relatório de estágio tem por objectivo descrever a organização e gestão da Manutenção na empresa Celulose Beira Industrial (Celbi) S. A., produtora de pasta de papel de fibra curta, localizada no concelho da Figueira da Foz, bem como efectuar uma análise crítica desse sistema e propor medidas concretas no sentido de melhorar a sua eficiência. Para complementar essa apresentação, é realizada uma descrição da evolução das estratégias e políticas de Manutenção ao longo dos anos.

1.2. OBJECTIVO DO ESTÁGIO

O presente documento constitui o relatório de estágio e enquadra-se na componente de Projecto/Estágio/Dissertação do plano de estudos do Mestrado em Engenharia Electrotécnica (MEE), ministrado pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC).

O estágio em questão decorreu entre 2 de Dezembro de 2015 e 17 de Agosto de 2016 nas instalações do Departamento de Manutenção Industrial (DMI), no Sector de Manutenção Eléctrica, Automação e Sistemas (SMEAS), da Celbi S. A., onde o relator exerce a sua actividade profissional.

O SMEAS, mais especificamente o subsector de Automação, no qual o relator estagiou é o sector responsável pela manutenção preventiva e correctiva de equipamentos industriais de que são exemplo transmissores (pressão, nível, temperatura, caudal, pH, condutividade, consistência, entre outros), válvulas automáticas, sistemas de vídeo, unidades de lubrificação centralizadas, balanças, detectores de metal, unidades hidráulicas e sistemas pneumáticos.

No que respeita à orientação, esta ficou entregue ao Doutor Victor Daniel Neto dos Santos (pelo ISEC) e ao Eng. Paulo Jorge Batista Cardoso (chefe do SMEAS/Celbi).

Este estágio teve por objectivo a aplicação em contexto laboral de diversos conceitos teóricos e técnicos leccionados no âmbito do MEE, em consonância com as políticas da empresa, sendo que as tarefas desenvolvidas neste período centram-se na preparação e programação das actividades de manutenção do SMEAS, bem como no acompanhamento da execução dos trabalhos preventivos e correctivos.

1.2.1. PLANO DE TRABALHO

O presente estágio seguiu um plano previamente definido pelo orientador do ISEC, supervisor da empresa e pelo estagiário que define o seguinte conjunto de tarefas:

1. Pesquisa bibliográfica, preparação do projecto, relatórios intermédios (estado da arte e tecnologias relevantes).
2. Tarefas a desenvolver no âmbito do estágio no Departamento de Manutenção Industrial da empresa Celbi S. A., nomeadamente a colaboração nas seguintes áreas:
 - a. Elaboração de ordens de execução;
 - b. Elaboração de planos de manutenção preventiva;
 - c. Preparação e programação de paragens;
 - d. Acompanhamento dos trabalhos de manutenção, tanto em paragem programada como de carácter correctivo;
 - e. Elaboração de fichas técnicas de equipamentos e peças de reserva, para atribuição de código de armazém;
 - f. Definição de *stocks* mínimos dos equipamentos e peças de reserva, e identificação de equipamentos obsoletos;
 - g. Actualização dos equipamentos instalados no *software* “MAXIMO *Asset Management*” e actualização dos desenhos no arquivo.
3. Resultados experimentais relativo às soluções implementadas.
4. Relatório final definitivo do projecto.

1.2.2. CRONOGRAMA DO ESTÁGIO

Paralelamente, das reuniões tidas com o orientador e o supervisor, definiu-se um cronograma, presente na tabela 1, com o intuito de delimitar temporalmente as diferentes fases do referido estágio.

Tabela 1 – Planeamento das tarefas a realizar

Mês	Dez.15	Jan.15	Fev.16	Mar.16	Abr.16	Mai.16	Jun.16	Jul.16	Ago.16
Fase 1	X	X							
Fase 2			X						
Fase 3				X	X	X			
Fase 4							X	X	X

- Fase 1: Preparação do estágio, estudo do estado da arte e pesquisa bibliográfica.
- Fase 2: Início do estágio e estudo das metodologias de manutenção implementadas.
- Fase 3: Estudo de propostas para melhorias futuras.
- Fase 4: Elaboração e entrega do relatório de estágio.

1.3. ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente relatório de estágio está estruturado nos seguintes capítulos:

No capítulo 1, “Introdução”, é realizada uma contextualização do estágio, da empresa de acolhimento. Por fim são apresentados os objetivos, a metodologia adotada e a estrutura do relatório de estágio.

No capítulo 2, “Manutenção: Estado da arte”, são apresentadas as diversas metodologias de manutenção existentes, bem como uma breve introdução histórica das mesmas.

No capítulo 3, apresenta-se uma breve resenha histórica da empresa de acolhimento desde os seus primórdios, bem como a descrição da sua organização, dos seus processos e o enquadramento da mesma no país e no mundo.

No capítulo 4, “Gestão da Manutenção na Celbi”, foi realizada uma análise às metodologias de manutenção implementadas no SMEAS, bem como uma análise ao modo como estas se enquadram nos métodos descritos no capítulo 2.

No capítulo 5, é apresentada a descrição das funções exercidas pelo relator no SMEAS, bem como as actividades inerentes.

Finalmente, no capítulo 6 são apresentadas as conclusões mais relevantes do trabalho efetuado.

2. MANUTENÇÃO: ESTADO DA ARTE

2.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO

O termo Manutenção teve origem no vocabulário militar com o sentido de “manter, nas unidades de combate, os efectivos e o material num nível constante”. No entanto, apenas nos últimos 70 anos as empresas começaram a reconhecer efectivamente a importância da manutenção dos equipamentos como função autónoma e específica. (Monchy, 1989).

A Revolução Industrial, ocorrida no século XIX, e consequente mecanização dos processos trouxe a necessidade de reparar regularmente os equipamentos, intervenções essas originalmente entregues aos próprios operadores. No entanto, apenas a partir da Primeira Guerra Mundial a indústria começou a ser pressionada no sentido de atingir padrões mínimos de produção, criando-se para o efeito as primeiras equipas especializadas, com o objectivo de resolver as avarias existentes no menor tempo possível. À data, as actividades de manutenção eram apenas correctivas, ou seja, dependentes da ocorrência de avaria, situação que se manteve durante vários anos.

Nos anos 30 do século XX, as empresas eram forçadas a produzir cada vez mais, sobretudo devido à produção em massa dos países industrializados e à conjuntura internacional após a grande depressão de 1929. Assim sendo, o conceito de manutenção acabou por ser alargado, já que as empresas começaram a preocupar-se em evitar avarias, para além de as reparar aquando da sua ocorrência. Assim, a manutenção industrial foi ganhando importância e autonomia.

Nos anos 40, com o crescimento da aviação comercial, foram desenvolvidos novos métodos preventivos, devido à dificuldade de se reparar uma avaria em voo. Por outro lado, acentuou-se o problema da segurança de pessoas e bens.

Nasce então a Engenharia de Manutenção, que assenta em processos científicos de manutenção preventiva, o que serviu para potenciar o aumento da fiabilidade dos equipamentos. Nos anos 60, começam a incluir-se modelos matemáticos e estatísticos no controlo da fiabilidade. Começam a aparecer posteriormente, devido à micro-electrónica, instrumentos digitais de alta precisão, que permitiram realizar o diagnóstico precoce de avarias. Consequentemente, surgem novos conceitos de manutenção, designadamente a manutenção condicionada e a manutenção preditiva, os quais são baseados no acompanhamento sistemático e análise dos sintomas de falha.

Neste sentido, nos anos 70, aparecem na Europa dois conceitos alargados de manutenção, designadamente a Terotecnologia e a Manutenção Produtiva Total.

A Terotecnologia (do grego “teros” – cuidar de) – “Combinação de práticas de gestão, finanças, engenharia e outras, com o objectivo de conseguir os custos mínimos do ciclo económico dos activos físicos; envolve a especificação e o projecto referente à fiabilidade e manutibilidade de oficinas, equipamentos, maquinaria, edifícios e estruturas, bem como a sua instalação, recepção, manutenção, modificação e substituição; e ainda a informação sobre a concepção, desempenho e custos em serviço” (Husband, 1976);

A Manutenção Produtiva Total assenta, segundo Takahashi (1981) nos seguintes pontos:

- Estabelecer objectivos para maximização da eficiência da instalação;
- Estabelecer um sistema global de manutenção produtiva que cubra o ciclo de vida da instalação;
- Obter a participação de todos os departamentos da unidade industrial, bem como de todas as categorias hierárquicas;
- Aumentar a motivação do pessoal, com a criação de pequenos grupos autónomos de manutenção produtiva.

Apesar da distinção, Takahashi (1981) considera estas duas noções semelhantes, embora a TPM acabe por demonstrar maior preocupação pela motivação dos trabalhadores, o que é típico da cultura industrial japonesa.

A Manutenção Centrada na Fiabilidade, designada na literatura anglo-saxónica por *Reliability Centered Maintenance* (RCM) surge para se “assumir como um novo paradigma na actividade manutenção” (Farinha, 2011). Este conceito assenta na identificação e estabelecimento de políticas de melhoria e investimentos, com o objectivo de gerir os equipamentos e suas falhas de forma mais eficaz.

Os conceitos de TPM e RCM serão analisados mais profundamente neste documento, pelo facto de serem os mais utilizados à escala mundial e terem vindo a evoluir no decorrer dos últimos anos.

2.2. DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

Para além da definição oficial de Manutenção, presente na NP EN 13306:2007, apresentada anteriormente, existem outras definições aceites por especialistas da área (Dias, 2003):

- Combinação de acções de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens para a optimização do seu ciclo de vida;
- Actividade desenvolvida para manter o equipamento ou outros bens em condições de apoiar melhor as metas organizacionais;
- Conjunto de acções destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantido que sejam intervencionadas nas devidas oportunidades e no alcance adequado, de forma a evitar avarias ou baixas de rendimento, ou que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade possível, com custo global optimizado, no caso de ocorrerem.

Sejam estas definições oficiais ou não, subentende-se que a Função Manutenção se define como sendo a garantia da disponibilidade do equipamento, com o recurso à avaliação das lacunas do património tecnológico investido (Souris, 1992).

2.3. FUNÇÃO MANUTENÇÃO

A Manutenção necessita de um conjunto de meios humanos e materiais, regidos por uma determinada política de manutenção, que têm por objectivo actuar sobre os equipamentos, de forma a otimizar os seus ciclos de vida. Assim sendo, compete à Manutenção gerir esses meios para atingir determinados objectivos, através da implementação de diversas acções, designadamente (Pinto, 2002):

- A orientação dos recursos no sentido de assegurar a sua eficácia e eficiência;
- O planeamento e programação das actividades e intervenções de manutenção;
- A coordenação da realização das intervenções planeadas ou correctivas dentro dos prazos previstos e com a qualidade requerida;
- O controlo dos custos envolvidos e verificação da sua conformidade com as previsões orçamentadas;
- A motivação e promoção da formação dos recursos humanos, com o objectivo de incrementar a produtividade individual e de equipa.

As actividades da Função Manutenção podem ser agrupadas em duas áreas funcionais: primárias e secundárias (Cabrita e Silva, 2002). As actividades primárias da Função Manutenção estão directamente relacionadas com o trabalho diário do Departamento de Manutenção, sendo elas as seguintes:

- Manutenção de equipamentos da empresa: trata-se da realização das reparações necessárias ao equipamento utilizado na produção, de forma rápida e económica. Estas reparações são antecipadas através de um programa de manutenção adequado a cada reparação;
- Manutenção de edifícios e terrenos: reparações em infraestruturas e edifícios da empresa (arruamentos, sistemas de drenagem, escritórios, etc.);
- Instalação de novos equipamentos e/ou participação na sua concepção;
- Inspecções, lubrificações e limpeza dos equipamentos da empresa.

As actividades secundárias estão relacionadas com razões práticas, históricas ou outras, como por exemplo:

- Gestão de armazém de peças: a maioria das empresas faz a distinção entre armazém geral e armazém de peças, recaindo este último sob o domínio da Função Manutenção;
- Recolha e tratamento de resíduos industriais;
- Controlo de fontes de poluição: os equipamentos que controlam as emissões gasosas e efluentes são sujeitos a verificações e calibrações periódicas, da responsabilidade da manutenção;
- Outras actividades: licenciamento de equipamentos e instalações, estudos e projectos.

As actividades atribuídas à função manutenção devem estar claramente definidas, bem como os limites de autoridade e responsabilidade associados a cada uma delas.

2.4. FIABILIDADE, DISPONIBILIDADE, MANUTIBILIDADE E SEGURANÇA OPERACIONAL

A globalização da economia, e conseqüente aumento da competitividade, levou as empresas a dependerem cada vez mais da sua capacidade de garantir a continuidade da produção, da qualidade dos seus produtos ou serviços, e ao mesmo tempo assegurar preços competitivos, segurança ambiental e segurança operacional. Assim sendo, cresceu a necessidade da utilização de sistemas cada vez mais fiáveis e seguros, o que levou ao desenvolvimento de equipamentos baseado nos seus próprios desempenhos durante o seu ciclo de vida.

Segundo Cabrita e Silva (2002), para efectuar uma correcta avaliação da Função Manutenção, é necessário ter em conta os conceitos globalmente denominados de *Reliability, Availability, Maintainability and Safety* (RAMS):

- *Reliability* – Fiabilidade;
- *Availability* – Disponibilidade;
- *Maintainability* – Manutibilidade;
- *Safety* – Segurança.

A fiabilidade é um conceito que permite relacionar a qualidade de determinado equipamento com uma escala temporal. Segundo Cabrita e Silva (2002), a fiabilidade pode definir-se como sendo a capacidade que determinado equipamento tem de desempenhar a função para o qual foi concebido em condições definidas, num determinado período de tempo. Matematicamente, a fiabilidade de um sistema é a probabilidade de este não falhar num determinado espaço temporal. Segundo os mesmos autores, a investigação na área da fiabilidade visa os seguintes aspectos:

- Análise e previsão da fiabilidade dos equipamentos na fase de projecto;
- Análise experimental da fiabilidade, isto é, verificação da fiabilidade calculada na fase de projecto através da análise de resultados obtidos em testes ou em operação;
- Preservação do nível de fiabilidade através de estratégias de optimização da Manutenção, como por exemplo, a implementação de sistemas de gestão de manutenção adequados à situação da instalação.

Existem diversas medidas que podem ser adoptadas, quer na fase de projecto, quer em operação, tais como (Cabrita e Silva, 2002):

- Utilização de equipamentos com margem relativamente ao limite de segurança;
- Protecção dos equipamentos contra acções ambientais e/ou operacionais;
- Instalação de equipamentos redundantes;
- Implementação de Planos de Manutenção Preventiva;
- Projecto de equipamentos cujo funcionamento seja o mais simples possível.

A manutibilidade define-se, de acordo com Pinto (2002), como sendo “a aptidão de um bem em condições de uso especificadas de ser mantido ou restaurado, de tal modo que possa realizar as funções que lhe são exigidas quando a manutenção é realizada em condições definidas, utilizando procedimentos e recursos prescritos”. Por outras palavras, a manutibilidade é uma relação entre eficiência, segurança e custo com que as actividades de manutenção são executadas para restaurar a condição de funcionamento de um equipamento ou sistema.

Desta forma, a manutibilidade é uma característica de projecto que define a maior ou menor facilidade com que se executam as acções de manutenção, desde acessibilidades a condições de segurança, por exemplo (Cabrita e Silva, 2002). Assim a manutibilidade tem por objectivo combater o efeito das causas de avaria dos equipamentos na sua fase inicial. Segundo Cabrita e Silva (2002), as características típicas de um projecto, do ponto de vista da manutibilidade, são as seguintes:

- Fácil acesso aos equipamentos – Um equipamento acessível é um equipamento mais disponível, o que se traduz numa redução do tempo e custos da intervenção, bem como da fadiga dos intervenientes, o que leva a um incremento da segurança;
- Equipamento sem ajustes ou ajustes mínimos – Um equipamento de ajuste simples traduz-se numa redução do tempo e custos da intervenção, bem como numa menor necessidade de formação do pessoal;
- Equipamentos e módulos rapidamente substituíveis – Traduz-se numa redução do tempo e custos da intervenção, bem como num diagnóstico mais fácil e rápido do problema;
- Equipamentos apenas com uma possibilidade de montagem – Diminui a probabilidade de avaria e, por conseguinte, aumenta a fiabilidade;
- Instalação de indicadores para diagnóstico mais rápido de avarias – Traduz-se numa redução do tempo e custos da intervenção;
- Inexistência ou redução de ferramentas especiais – Traduz-se numa redução do investimento em ferramentas;

- Redução dos componentes ao mínimo indispensável – Leva a um menor custo do equipamento e diminuição do stock de peças de reserva.

A disponibilidade de um equipamento ou sistema acaba assim por relacionar-se directamente com a sua manutibilidade e fiabilidade, assim como a Manutenção de qualquer unidade produtiva. Segundo Cabrita e Silva (2002), é na fase de projecto e construção das instalações que se tem possibilidade de intervir nas suas características, no que respeita à sua fiabilidade e manutibilidade, características que condicionarão a sua Disponibilidade Intrínseca.

Na prática, é o valor da Disponibilidade Operacional que, ainda assim, é utilizado em termos de resultado de uma unidade fabril. A Disponibilidade Operacional de um equipamento ou sistema após a sua entrada em funcionamento advém de dois factores: a sua Disponibilidade Intrínseca, conjugada com as políticas de manutenção adoptadas pela empresa. A figura 1 ilustra esta relação:

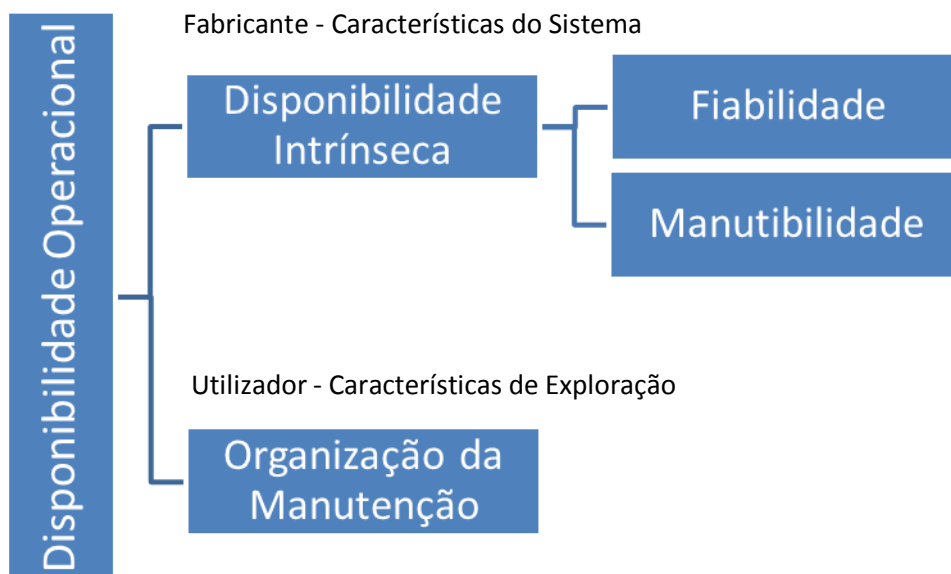


Figura 1 – Relações entre fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade (Pinto, 2002)

A segurança operacional, por motivos evidentes, está directamente relacionada com a disponibilidade operacional da instalação. Com efeito, um equipamento com boa fiabilidade carece de um menor número de intervenções, reduzindo a probabilidade de acidentes. Para além disto, as intervenções são efectuadas de forma mais rápida e segura, devido à sua manutibilidade.

2.5. ESTRATÉGIAS E POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO

Para que se possam cumprir os objectivos a que a Função Manutenção se propõe, esta deve possuir uma organização interna que lhe disponibilize os recursos humanos e materiais necessários à sua actividade. No entanto, a estrutura da manutenção tem evoluído no sentido de ser a mais reduzida possível, cingindo-se à dimensão estritamente necessária à resolução de problemas urgentes, dando assim preferência à subcontratação de serviços.

A manutenção foi considerada um mal necessário da produção industrial durante vários anos. Actualmente, é reconhecida como uma das funções mais importantes da estrutura de uma empresa, com um peso decisivo na sua rentabilidade e qualidade (Cabrita e Silva, 2002).

Como resultado desta evolução, surgiram diversas estratégias e políticas de manutenção, que têm como missão dar resposta às exigências com as quais as organizações se deparam, fruto do crescimento da competitividade dos mercados e do aumento da importância do ambiente. Assim, segundo Cabrita e Silva (2002), a subcontratação de serviços de manutenção surgiu como uma política decisiva para a Função Manutenção, permitindo uma melhor gestão dos activos.

Segundo o mesmo, com recurso às novas tecnologias, têm sido criadas novas metodologias, como por exemplo a adopção de sistemas automatizados, que têm levado as áreas da manutenção a assumir uma posição estratégica face à disponibilidade operacional dos equipamentos para o resultado global da organização.

Segundo Pinto (2002), existe uma estratégia a ter em consideração na escolha da política de manutenção para cada organização. A figura 2 reflecte os aspectos a ter em consideração ao delinear essa estratégia:

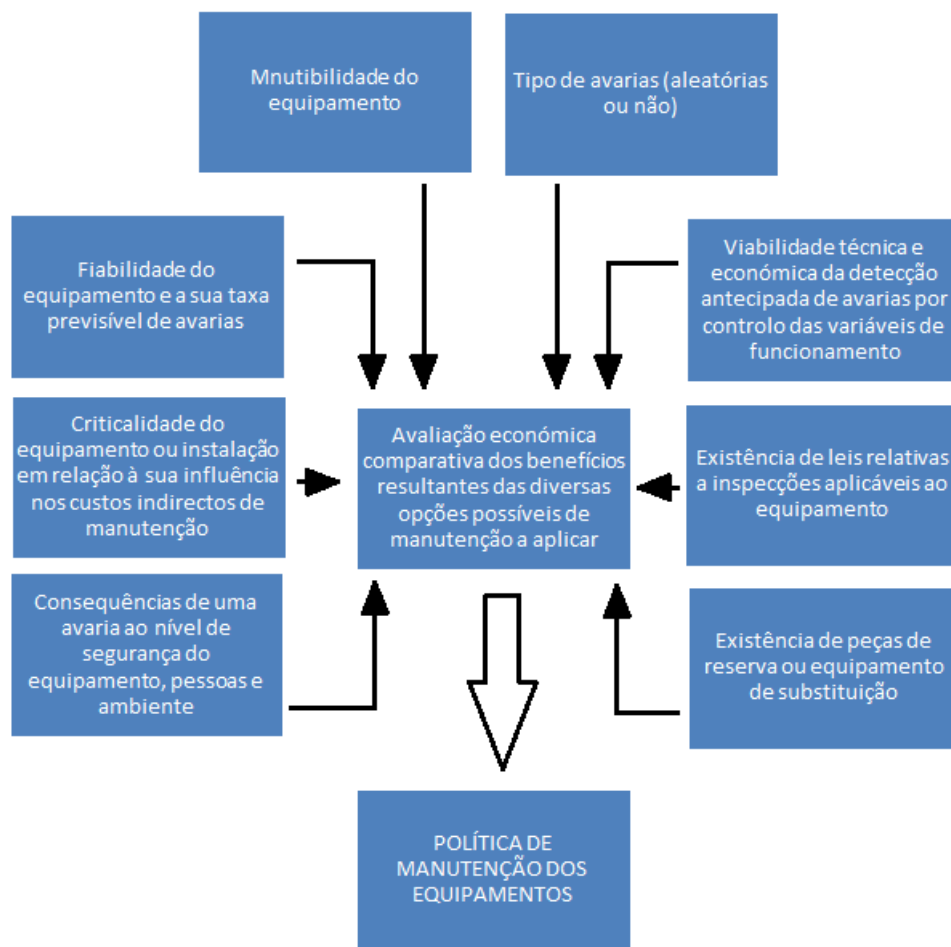


Figura 2 – Aspectos a ter em consideração na escolha da política de manutenção (Pinto, 2002).

Definem-se como políticas de manutenção uma acção ou conjunto de acções a efectuar nos equipamentos pela Função Manutenção e são influenciadas por diversos factores externos, tais como as condições e o número de anos de serviço das instalações. De acordo com as características do regime de produção e tendo em conta os factores supracitados, devem explicitar-se claramente as políticas de manutenção a implementar.

As exigências das organizações fizeram com que as políticas de manutenção convergissem no sentido proactivo, baseada em tarefas preditivas, preventivas (sistemáticas ou não) e as de melhoramentos, relegando sempre o mais possível a manutenção correctiva para segundo plano. A figura seguinte ilustra o resumo das políticas de manutenção utilizadas no panorama actual.

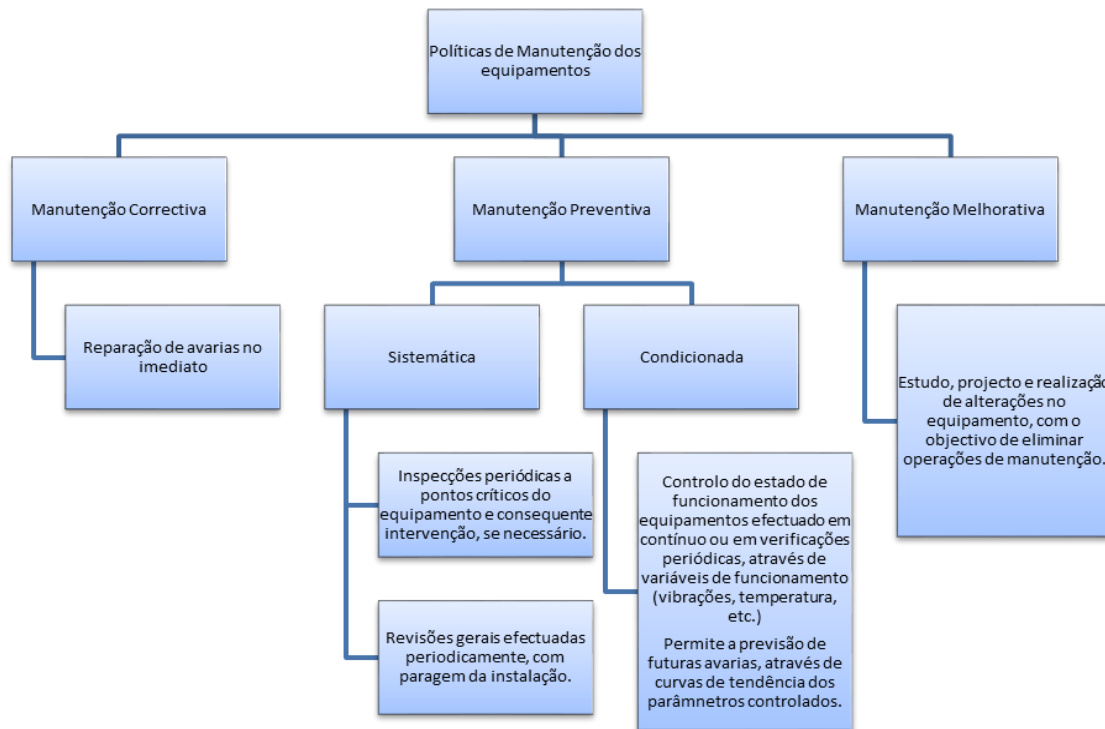


Figura 3 – Políticas de manutenção dos equipamentos (Pinto, 2002).

Segundo Cabrita e Silva (2002), as constantes inovações que foram aparecendo no domínio da Função Manutenção acabaram por promover o desenvolvimento de várias estratégias de gestão, que visam a fiabilidade, a melhoria da manutibilidade e o consequente aumento da disponibilidade dos sistemas e instalações, após a sua análise técnica e económica, o que se traduz no aumento da segurança ambiental e laboral, bem como numa melhoria da qualidade dos produtos, a custos otimizados.

Segundo os autores supracitados, destacam-se dois modelos de gestão da manutenção: a Manutenção Produtiva Total – TPM – e a Manutenção Centrada na Fiabilidade – RCM. Ambos têm sido aplicados com êxito na indústria, no decorrer das últimas décadas.

A metodologia TPM baseia-se na melhoria do desempenho da Função Manutenção, através da redução de custos, com aumento da produção. A metodologia RCM, por seu lado, procura simplificar a manutenção de sistemas cada vez mais complexos, nos quais a manutenção preventiva tradicional implicaria custos e níveis de indisponibilidade insustentáveis do ponto de vista competitivo.

2.6. SUBCONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

No contexto deste relatório de estágio, entende-se por subcontratação a transferência de serviços de manutenção para uma entidade exterior à empresa, com o objectivo de colmatar cargas anormais de trabalhos, ou a execução de trabalhos para os quais a empresa não tem qualificações. Com efeito, com a crescente competitividade dos mercados, a existência de equipas de manutenção numerosas torna-se inviável, pelo que, nestas situações, devem ser definidos objectivos relativamente à subcontratação de serviços de manutenção, bem como a sua natureza, volume de trabalho e as formas contratuais a estabelecer.

Neste sentido, constata-se também que a subcontratação de serviços de manutenção acaba por permitir ultrapassar dificuldades em tecnologias muito específicas e proporciona uma maior flexibilidade na gestão dos recursos e, conseqüentemente, uma adaptação às variáveis de produção e dos mercados mais adequada e pronta.

Assim, segundo Cabrita e Silva (2002), a subcontratação de serviços de manutenção é uma ferramenta de gestão das administrações modernas, pelas seguintes razões:

- Flexibilização da Função Manutenção perante as flutuações da produção;
- Dedicção dos recursos à actividade fundamental da empresa;
- Possibilidade de redução do número de efectivos a um mínimo de técnicos qualificados para o controlo das actividades chave;
- Contratação de serviços técnicos especializados;
- Resposta com maior qualidade aos serviços de manutenção complementares ao negócio;
- Melhor controlo e redução de custos de operação e melhoria da produtividade, já que a manutenção influencia directamente os tempos de produção e os preços finais dos bens produzidos.

Por estas razões, verifica-se nos mercados europeus e mundiais um crescimento progressivo da externalização da Função Manutenção. Apesar de não existirem dados actuais no que respeita à realidade portuguesa, tem-se verificado que esta prática tem

vindo a acentuar-se, observando-se, paralelamente, o crescimento do número de empresas prestadoras de serviços de manutenção (Cabrita e Silva, 2002).

Segundo os mesmos autores, devem ter-se em conta algumas considerações, como a selecção dos fornecedores e o tipo de trabalhos a contratar. Neste sentido, podem considerar-se os seguintes tipos:

- Manutenção global de instalações/equipamentos;
- Modificações e melhoramentos em instalações/equipamentos;
- Paragens;
- Execução de componentes e peças de reserva;
- Manutenção de instalações/equipamentos não pertencentes à produção;
- Manutenção de equipamentos com tecnologia muito específica.

Para a selecção dos trabalhos a serem efectuados por meios internos ou externos, devem ter-se em conta os seguintes critérios:

- Conhecimentos e experiência dos meios internos;
- Comparação dos custos de manutenção através de meios internos com os custos associados às empresas subcontratadas;
- Experiência da empresa em questão no desempenho da actividade;
- Disponibilidade de mão-de-obra interna para o volume de trabalhos a efectuar.

2.7. CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS

Na definição da estratégia e das políticas de manutenção, deve considerar-se a criticidade dos equipamentos, no que respeita ao volume e à qualidade da produção, através da sua classificação do impacto que a sua avaria possa causar.

Segundo Cabrita e Silva (2002), o método proposto por Fernando D'Aléssio Ipinza (1991) é o mais adequado, devido à sua simplicidade de aplicação. Este método consiste

na avaliação da criticidade de determinado equipamento através dos factores apresentados na tabela 2.

Atribuída a pontuação ao equipamento, adotam-se como orientação os valores apresentados na tabela 3.

Tabela 2 – Factores de criticidade e sua ponderação (Cabrita e Silva, 2002).

Aspectos a considerar	Situação	Pontuação	
1. Efeito na produção	Pára	4	
	Reduz	2	
	Não pára	0	
2. Valor técnico-económico do equipamento	Alto	4	
	Médio	2	
	Baixo	1	
3. Prejuízos/consequências da avaria:	a) À máquina em si	Sim	2
		Não	0
	b) Ao processo	Sim	3
		Não	0
	c) Ao pessoal	Risco	1
		S/ risco	0
4. Dependência logística	Estrangeiro	2	
	Local	0	
5. Dependência de mão-de-obra	Terceiros	2	
	Própria	0	
6. Probabilidade de avaria	Alta	1	
	Baixa	0	
7. Manutibilidade	Alta	0	
	Baixa	1	
8. Flexibilidade e redundâncias	Simplex	2	
	By-pass	1	
	Dupla	0	

Tabela 3 – Valores de pontuação e criticidade (Cabrita e Silva, 2002).

Pontuação	Aplicação de manutenção preventiva	Aplicar
20 a 22	Crítica	Manutenção Preventiva
14 a 19	Importante	Manutenção Preventiva
7 a 13	Conveniente	Manutenção Correctiva
0 a 6	Opcional	Manutenção Correctiva

Refira-se ainda que o método apresentado é passível de ser aplicado a diversos tipos de indústria, visto que os factores de criticidade são genéricos.

2.8. MODELOS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

No decorrer dos últimos trinta anos, os modelos TPM e RCM têm sido aplicados com êxito na indústria a nível mundial. Os referidos modelos de gestão da manutenção baseiam-se na optimização da relação custo/eficiência da Função Manutenção, visando elevados níveis de segurança de pessoas e bens e a protecção do meio ambiente, para além dos resultados económicos.

Por um lado, a filosofia TPM leva ao aumento da eficiência das empresas, no que respeita à redução de custos e ao aumento da produtividade. Por outro lado, a filosofia RCM facilita a manutenção de sistemas cada vez mais complexos, cuja manutenção preventiva requer custos e níveis de indisponibilidade elevados (Cabrita e Silva, 2002).

2.8.1. MODELO TPM

O modelo TPM surgiu na década de 1970 na indústria japonesa, introduzida por Seiichi Nakajima, trazendo um impacto positivo na economia do país (Cardoso, 1999).

Este modelo de gestão de manutenção tem por objectivo a procura da máxima eficiência do sistema de produção, com a participação de toda a estrutura da empresa. Segundo Ferreira (1998), um dos pressupostos do modelo TPM é a colaboração de todos os elementos, desde a gestão de topo até aos operadores, tendo como ponto-chave a motivação e formação dos funcionários.

Esta metodologia baseia-se na manutenção preventiva, e tem como principal objectivo a redução de tempos de paragem relacionadas com intervenções programadas e não programadas, bem como do número de avarias nos equipamentos. (Nakajima 1988)

Este modelo assenta no conceito do custo do ciclo de vida dos equipamentos – *Life Cycle Cost* (LCC) – que por sua vez considera todos os custos a eles inerentes (aquisição,

utilização, manutenção e abate), estabelecendo como objectivo a maximização da disponibilidade e a minimização do número de avarias, eliminando, conseqüentemente, as perdas de produção. Segundo Cardoso (1999) e Cabrita e Silva (2002), este modelo é caracterizado pelos seguintes princípios:

- Envolvimento e participação de todo o pessoal, desde o topo da hierarquia até à base, com o objectivo de melhorar de uma forma contínua a eficiência global, ao procurar as causas de perda mais significativas;
- Envolvimento de toda a estrutura no processo, em particular dos departamentos com maior participação no ciclo de vida dos equipamentos;
- Estabelecimento de planos de manutenção preventiva, abrangendo o ciclo de vida dos equipamentos, promovendo melhorias nos mesmos;
- Promoção do estudo e análise das avarias e procura de soluções que as evitem, através de grupos de actividade autónoma;
- Promoção da execução de operações de manutenção e limpeza, não só por chefias ou técnicos mais qualificados, mas também pelos operadores dos equipamentos, promovendo a formação de todo o pessoal.

Este método pretende que as organizações alcancem a maior disponibilidade possível dos equipamentos, através da redução ou eliminação de perdas originadas por:

- Avarias;
- Mudanças e ajustes nas linhas de produção para alteração do produto;
- Redução da cadênciã dos equipamentos em relação ao seu valor nominal;
- Perdas resultantes dos períodos de arranque.

Assim, a Função Manutenção deixa de ser vista como uma acção não produtiva, passando a assumir um papel fundamental na organização (Cabrita e Silva, 2002).

Consideram-se seis grandes perdas que diminuem o desempenho global dos processos produtivos e que o modelo TPM procura eliminar, dividindo-se estas em três grandes grupos (Cabrita, 2003):

- Tempos de paragem:
 - Paragens com origem em avarias do equipamento;
 - Paragens para reposição dos valores de origem, afinações e regulações;
- Perdas de velocidade:
 - Reduções na velocidade da linha de produção, através da redução da cadência dos equipamentos;
 - Operações em vazio e pequenas paragens;
- Defeitos:
 - Defeitos inerentes ao processo, devido ao fabrico de produtos defeituosos;
 - Redução do processo produtivo, motivada pelo arranque dos equipamentos.

Segundo Cabrita e Silva (2002), os oito pilares do modelo TPM podem ser caracterizados da seguinte forma:

- Manutenção autónoma;
- Manutenção planeada;
- Melhorias individualizadas;
- Controlo inicial;
- Manutenção e qualidade;
- Formação e treino;
- Higiene, segurança e ambiente;
- TPM nos escritórios.

A figura 4 apresenta os oito pilares do modelo TPM:

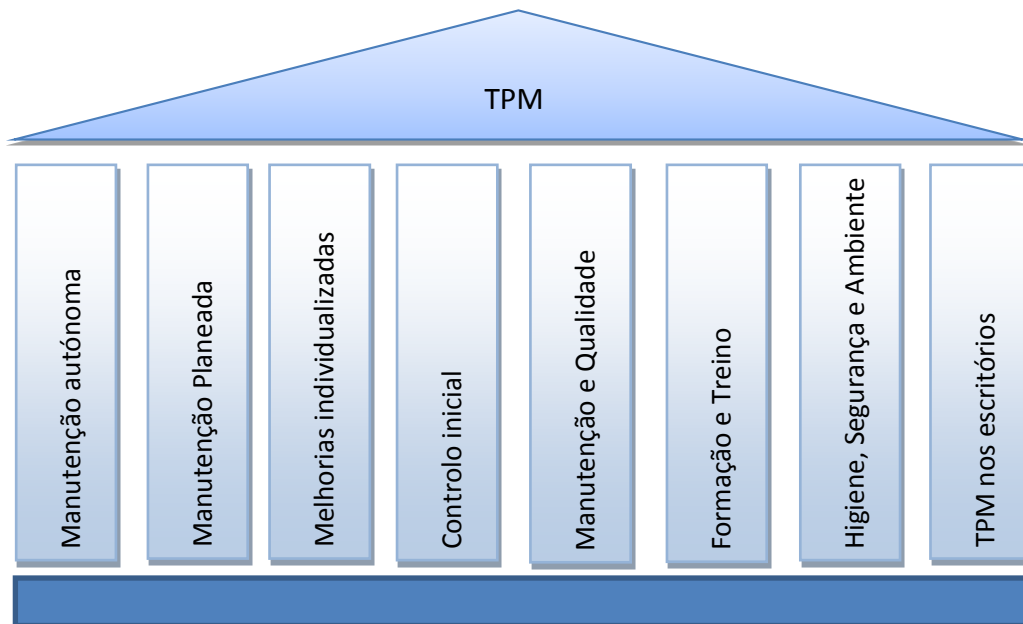


Figura 4 – Oito pilares de modelo TPM.

No que respeita à manutenção autónoma, esta deve ser efectuada através de uma estruturação de um sistema em oito passos:

- Limpezas;
- Localização das fontes de sujidade;
- Tornar o equipamento mais fácil de limpar;
- Padronização das actividades de manutenção;
- Aprendizagem das práticas de inspecção-geral;
- Condução da inspecção autónoma;
- Organização das áreas de trabalho;
- Início da verdadeira autogestão diária.

No que respeita à manutenção planeada, devem ter-se em consideração os seguintes aspectos:

- Manutenção diária;
- Manutenção baseada na condição;

- Melhorias para o aumento da expectativa do tempo de vida útil;
- Controlo das peças de reposição e de reserva;
- Análise de falhas e prevenção da reincidência;
- Controlo da lubrificação.

O pilar referente às melhorias individualizadas nos equipamentos, tem por objectivo o aumento da eficiência, destacando-se as seguintes:

- Reconhecimento e identificação das perdas de produção;
- Cálculo da eficiência do equipamento e determinação dos objectivos;
- Análise dos fenómenos e revisão dos factores associados;
- Procura do perfil ideal do equipamento e da produção.

Em relação ao controlo inicial, entende-se como sendo o controlo de determinado equipamento em fase de projecto e comissionamento, devendo ter-se em consideração os seguintes pontos:

- Determinação dos objectivos de projecto e de desenvolvimento:
 - Fácil de produzir;
 - Fácil de garantir qualidade;
 - Fácil de manter;
- Estudo do ciclo de vida;
- Controlo inicial de equipamentos e produtos.

No que concerne ao pilar manutenção e qualidade, considerem-se os seguintes aspectos:

- Confirmação do padrão para as características da qualidade, reconhecimento das causas e dos defeitos, bem como a avaliação dos seus valores reais;
- Garantia de qualidade do produto;

- Análise do processo e da sua influência na qualidade;
- Investigação e análise das situações de inconformidade;
- Determinação da influência da mão-de-obra, do material e máquinas na qualidade.

A formação e o treino visam a melhoria das competências dos colaboradores da produção e da manutenção, dando-se ênfase aos seguintes aspectos:

- Passos para a manutenção de primeira linha;
- Utilização de ferramentas;
- Manutenção de transmissões;
- Prevenção de fugas;
- Manutenção dos equipamentos pneumáticos e hidráulicos;
- Manutenção de sistemas eléctricos.

O pilar referente à higiene, segurança e ambiente constitui a implementação de medidas de segurança para a protecção dos colaboradores no que respeita aos acidentes de trabalho, a promoção de um ambiente de trabalho saudável, bem como os cuidados com a higiene e saúde dos colaboradores.

A implementação do modelo TPM nos escritórios, traduz-se em actividades de manutenção autónoma e implementação de medidas de melhoria individual e contínua.

Segundo os mesmos autores, o sucesso da implementação da metodologia TPM depende da valorização dos recursos humanos da organização, o que exige níveis de formação distintos, tanto em intensidade como em conteúdo, consoante o nível técnico e hierárquico a que se destina.

A formação dos operadores de produção na área da manutenção deve incidir sobre as normas e os padrões de execução de operações de limpeza, lubrificação, reapertos e ajustes do equipamento, e ainda, sobre a verificação dos indicadores dos equipamentos, com vista à detecção e análise de avarias.

2.8.2. MODELO RCM

A metodologia RCM surgiu da necessidade de sintetizar os novos avanços e desafios num modelo coerente e eficaz. Com efeito, nas últimas décadas, surgiu uma maior diversidade de equipamentos, cada vez mais complexos, novas técnicas de manutenção e atribuição de maior importância à Função Manutenção.

Assim, a metodologia RCM é considerada eficaz, uma vez que se baseia num conceito de trabalho que promove a convergência de objectivos e de esforços da Produção e da Manutenção, tendo sido já testada em vários segmentos da indústria, durante um período de tempo considerável (Cabrita e Silva, 2002).

Este modelo baseia-se na constituição de grupos de trabalho pluridisciplinares e plurifuncionais, provenientes das áreas da Manutenção e da Produção, e de diferentes níveis hierárquicos. Numa primeira fase, deve dar-se aos mesmos formação nesta metodologia, bem como nas respectivas técnicas a aplicar, para que estes possam identificar as avarias críticas dos equipamentos, que não afectem directamente a produção, e como tal, que não tenham efeitos visíveis, mas sejam potenciais fontes de avarias graves (Cabrita e Silva, 2002).

A etapa seguinte é a análise sistemática e estruturada das consequências dessas avarias na segurança de bens e pessoas, na continuidade do processo e no ambiente. A partir deste ponto, a organização estabelece e implementa a política mais vantajosa a aplicar a cada equipamento ou instalação (Cabrita e Silva, 2002).

A manutenção baseada na fiabilidade pressupõe que o equipamento exerça as funções para as quais foi concebido, segundo padrões especificados e tendo em consideração o seu contexto operacional. Assim sendo, pode-se concluir que o modelo RCM se baseia nos seguintes princípios (Cabrita e Silva, 2002):

- A função e contexto do sistema ou equipamento é o factor mais importante;
- Alguns equipamentos apresentam mais do que um tipo de falha, podendo ou não causar problemas de maior ou menor gravidade;
- É necessário priorizar a manutenção preventiva;

- Aplicar manutenção preventiva sistemática apenas quando esta aumentar a fiabilidade do equipamento;
- Dar ênfase à manutenção condicionada;
- Análise das funções e das falhas através de grupos de trabalho multifuncionais.

Segundo os mesmos autores, o modelo RCM promove a aplicação de políticas de manutenção fundamentadas no conhecimento completo da função de cada equipamento no contexto de operação, bem como no conhecimento dos seus tipos de avarias e suas consequências, considerando os seguintes aspectos:

- Função do equipamento e seus requisitos padrão;
- Análise das suas avarias funcionais e respectivos tipos e efeitos;
- Consequências das avarias na segurança, no ambiente e na produção;
- Definição da política de manutenção adequada, recorrendo às seguintes acções:
 - Manutenção preventiva;
 - Manutenção correctiva e modificações.

Conclui-se assim que a RCM é uma estratégia organizacional, da área da manutenção, que incentiva o conhecimento a todos os níveis hierárquicos, o que leva a uma melhoria contínua do desempenho das instalações, através da participação de toda a organização. Assim, obtém-se uma maior disponibilidade, fiabilidade, e portanto, uma optimização de custos operacionais, para além de incluir aspectos ambientais e relacionados com a segurança.

2.9. FERRAMENTAS DE GESTÃO E INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO

As transformações dos mercados nos últimos anos têm levado, como referido anteriormente, à mudança das políticas de manutenção tradicionais de manutenção correctiva para uma política de manutenção proactiva, baseada na fiabilidade e plenamente integrada na unidade fabril.

Desta forma, pretende-se que a cultura dominante esteja apoiada na *Lean Manufacturing*, que se define como sendo uma metodologia de minimização dos desperdícios ou de actividades que não acrescentam valor ao processo, promovendo uma cultura de aperfeiçoamento e de melhoria contínua, com vista a atingir as metas “zero stocks” e “zero defeitos” (Cabrita, 2009). Assim, a palavra *Lean* (magro) está relacionada com o princípio de se fazer cada vez mais com cada vez menos - menos pessoas, energia, materiais, stocks, tempo e espaço – e ao mesmo tempo reforçar a qualidade do produto ou serviço prestado.

2.9.1. MANUTENÇÃO LEAN

A manutenção magra é parte integrante da metodologia *Lean Manufacturing* e engloba as várias vertentes de gestão e da manutenção, na aplicação correcta das estratégias TPM, RCM, 5S, análise de falhas, Manutenção Condicionada (preditiva) e dos Sistemas Informatizados de Gestão (Farinha, 2011).

De forma geral, a manutenção Lean tem um papel preponderante na tarefa de atingir os objectivos de Produção, através dos seus métodos de trabalho, que fazem com que os activos e os processos produtivos sigam os indicadores de fiabilidade, disponibilidade e produtividade, por forma a garantir a eficiência global dos activos da empresa.

Assim sendo, a manutenção Lean assenta na eliminação de desperdícios, ao intervir directamente no modo como os materiais e a informação são geridos. Os desperdícios usualmente considerados são os seguintes (Farinha, 2011):

- Excesso de produção;
- Inventário;
- Transporte;
- Tempo de espera;
- Movimento (pessoas);
- Excesso de processamento;
- Defeitos (correção de erros).

Esta metodologia é uma variação do sistema de produção da Toyota – Toyota Production System (TPS), que se baseia em, entre outras, quatro ferramentas de gestão de manutenção: Kaizen, Six Sigma, Kaban e Just in Time (JIT), cuja descrição se apresenta de seguida.

2.9.1.1. KAIZEN

O *Kaizen* tem por objectivo principal a promoção do bem-estar e qualidade de vida dos recursos humanos de uma dada organização, incentivando-os a colaborar directamente no processo, apontando novas soluções e técnicas de melhoria do mesmo, de forma a que estes se sintam motivados e incrementem a sua produtividade (Cabrita, 2003). Esta técnica permite também definir as linhas orientadoras para os operadores dos equipamentos e serve, para as chefias, de indicador de avaliação do desempenho dos activos.

Associada ao *Kaizen*, apresenta-se o programa 5S, também conhecido por *Housekeeping*, técnica de reestruturação de empresas, desenvolvida com o objectivo de moldar o ambiente nas organizações e as atitudes pessoais. Segundo Cabrita (2003), resulta da aplicação deste programa uma melhoria significativa da qualidade de vida dos recursos humanos e uma redução de desperdícios e custos, conduzindo a aumentos significativos da produtividade das empresas.

Os conceitos subjacentes ao 5S são simples de entender, baseando-se na implementação de boas práticas, no entanto, podem sentir-se dificuldades na sua

implementação, uma vez que implicam mudanças de hábitos e atitudes, o que implica esforço na formação dos colaboradores.

Este programa surgiu das cinco palavras japonesas *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke* (Farinha, 2011):

- *Seiri* – Senso de utilização – refere-se à utilização, no local de trabalho, das ferramentas e equipamentos estritamente necessários, separando assim o útil do supérfluo. Da implementação deste conceito resultam os seguintes benefícios:
 - Optimização do espaço de trabalho;
 - Optimização do tempo na procura de materiais;
 - Diminuição dos obstáculos à produtividade no trabalho.
- *Seiton* – Senso de ordenação – refere-se à organização do material, ordenando-o de forma a permitir um fluxo simples no desenvolvimento das tarefas. Da implementação do senso de ordenação resultam os seguintes benefícios:
 - Diminuição do risco de acidentes;
 - Conhecimento real do material disponível;
 - Optimização do controlo visual e procura de peças.
- *Seiso* – Senso de limpeza – refere-se à necessidade de manter a área de trabalho e os materiais o mais limpos possível. A limpeza é uma actividade diária nas empresas japonesas, e não ocasionalmente, quando os objectos se encontram muito desordenados. Da implementação deste conceito resultam os seguintes benefícios:
 - Aumento da vida útil das ferramentas e dos equipamentos;
 - Ambiente de trabalho agradável;
 - Optimização do desempenho dos materiais.

- *Seiketsu* – Senso de Saúde – Refere-se à padronização das práticas de trabalho, levando a uma prática de trabalho padronizada e a práticas favoráveis à saúde física, mental e ambiental. Da implementação do senso de saúde resultam os seguintes benefícios:
 - Maior entendimento entre os colaboradores da empresa;
 - Aumento do bem-estar e motivação dos trabalhadores;
 - Optimização do tempo laboral.
- *Shitsuke* – Senso de autodisciplina – Refere-se à manutenção e revisão dos padrões. Com o estabelecimento dos 4S anteriores, transformam-se num novo modo de trabalhar, devendo evitar-se voltar às práticas antigas.

A figura 5 mostra as relações entre os 5S.

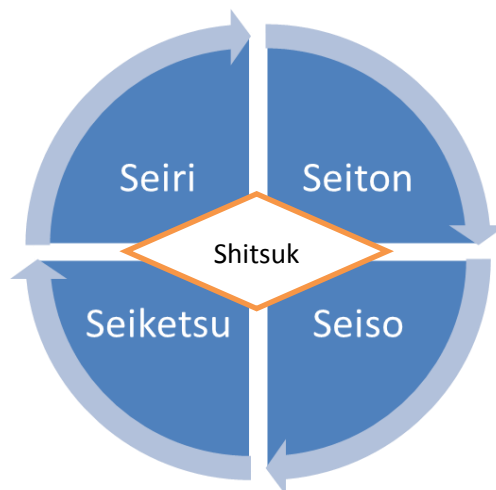


Figura 5 – Esquema de relações entre os 5S (Farinha 2011).

2.9.1.2. SIX SIGMA

O *Six Sigma* é uma metodologia que se baseia na eliminação dos defeitos decorrentes dos processos, tendo como meta a perfeição dos produtos ou serviços prestados (zero defeitos).

O termo “6 Sigma” tem origem na distribuição normal e representa a variação desejada dos processos de forma a garantir a qualidade pretendida dos produtos ou serviços ao cliente (três desvios padrão acima e abaixo da média: $\mu \pm 3\sigma$) (Farinha, 2011). A aplicação desta metodologia assenta nas seguintes fases, representadas na figura 6:

- Definição – Identificação dos problemas e dos processos;
- Medição – Caracterização actual do processo;
- Análise – Estudo do impacto de cada variável no processo;
- Melhoria – Realização de simulações para averiguação dos resultados;
- Controlo – Acompanhamento do processo de melhoria.



Figura 6 – Metodologia 6 Sigma.

2.9.1.3. JUST IN TIME (JIT)

Just in Time (em tempo real) é a metodologia *Lean* mais reconhecida e utilizada apresenta-se como uma técnica de gestão que procura eliminar todo o tipo de desperdício decorrente da actividade empresarial. Tem como princípios a organização e quantificação dos materiais e recursos necessários à realização de determinada actividade: “ter o material necessário no lugar certo, na quantidade exacta e no tempo pretendido”, de forma que se aumente o volume de produção, com os mesmos activos, reduzindo desperdícios, atrasos e tempos de espera e, conseqüentemente, permitindo reduzir os custos de produção, incrementar a qualidade dos produtos e suas margens de lucro e aumentar a produtividade (Cabrita, 2009).

2.9.1.4. KANBAN

O sistema *Kanban* é uma das mais conhecidas variantes do Just in Time.

Do japonês “cartão”, esta ferramenta é utilizada para descrever um sistema de sinalização que autoriza a produção em cada célula de trabalho, a partir das operações a realizar a jusante. Os cartões *Kanban* permitem assim proceder a um controlo directo entre células de produção, o que leva a uma limitação do volume de produção em curso (Cabrita, 2009).

Coloca-se um *Kanban* em peças de uma linha de produção, para indicar a entrega de uma determinada quantidade. Quando as peças esgotam, o mesmo aviso transita para o seu ponto de partida, onde se converte num novo pedido de produção. O *Kanban* permite assim agilizar a produção, fazendo com que esta seja efectuada “*just in time*”.

2.9.2. CICLO PDCA

O ciclo *Plan, Do, Check, Act* (PDCA) é uma ferramenta de grande aplicação no âmbito da gestão industrial, nomeadamente na actividade manutenção. Trata-se de um método de análise e melhoria, que surgiu nos anos 20, criado por Walter Shewart e divulgado por Deming (Farinha, 2011).

Segundo Tapping (2008), é uma ferramenta importante na análise e melhoria de processos organizacionais e na eficiência do trabalho em equipa. Assim sendo, as etapas do ciclo PDCA são as seguintes, representadas na figura 7:

- Planear (*Plan*) – Definição dos objectivos da organização, bem como a estratégia para os alcançar;
- Executar (*Do*) – Execução das tarefas definidas na fase de planeamento e recolha de dados a utilizar no ponto seguinte;
- Verificar (*Check*) – Averiguar se os objectivos definidos foram alcançados e identificação dos desvios relativamente aos objectivos planeados;

- Agir (Act) – No caso de terem sido identificados desvios, proceder a acções que os eliminem. Caso contrário, deve efectuar-se trabalho preventivo, através da identificação de desvios que possam ocorrer no futuro, bem como das suas causas e soluções.

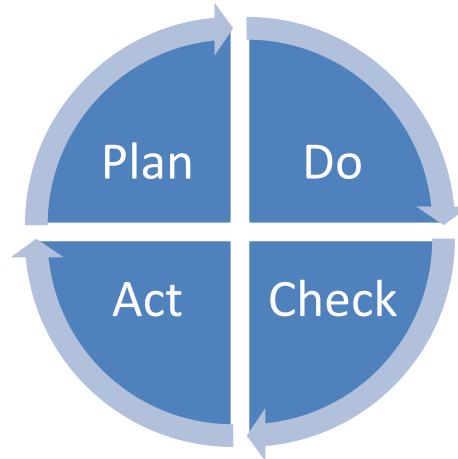


Figura 7 – Ciclo PDCA.

2.9.3. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Esta ferramenta, conhecida por Diagrama de Causa e Efeito, ou Espinha de Peixe, constitui uma ferramenta gráfica proposta por Kaoru Ishikawa em 1943, a qual foi aperfeiçoada nos anos seguintes. Esta ferramenta é utilizada como apoio aos decisores tanto na Gestão e Controlo de Qualidade, como na Produção e na Manutenção (Kume, 1985).

Este diagrama é também conhecido como dos 6M, uma vez que todos os problemas podem ser classificados como sendo de seis tipos:

- Métodos;
- Matéria-prima;
- Mão-de-obra;
- Máquinas;
- Medições;
- Meio ambiente.

Ishikawa observou que pelo menos 95% dos problemas podem ser resolvidos através desta ferramenta, por qualquer trabalhador, mesmo com poucas competências académicas.

Este diagrama, do qual se apresenta um exemplo na figura 8, permite estruturar hierarquicamente as causas de determinado problema ou oportunidade de melhoria, bem como os seus efeitos na qualidade dos produtos ou serviços prestados (Farinha 2011).

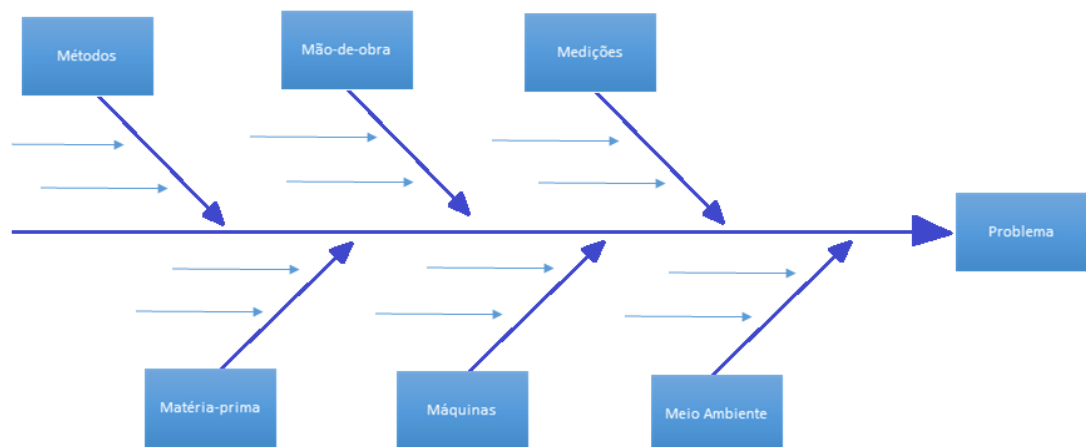


Figura 8 – Diagrama de Ishikawa.

2.9.4. VALUE STREAM MAPPING (VSM)

O *Value Stream Mapping* (VSM), designado em português por fluxo de valor é uma das principais ferramentas de gestão da manutenção, sendo fundamental na procura do equilíbrio da produção, JIT e redução dos desperdícios. Com efeito, esta ferramenta permite analisar de forma rápida e simples a produção e o desequilíbrio entre processos, tornando os desperdícios mais evidentes.

Segundo Dennis (2007), o VSM permite determinar os pontos do processo que necessitam de melhoria, e que, através da identificação dos tempos que compõem cada ciclo do processo, se pode identificar os pontos do processo que limitam a produção final. A figura seguinte mostra um exemplo de VSM:

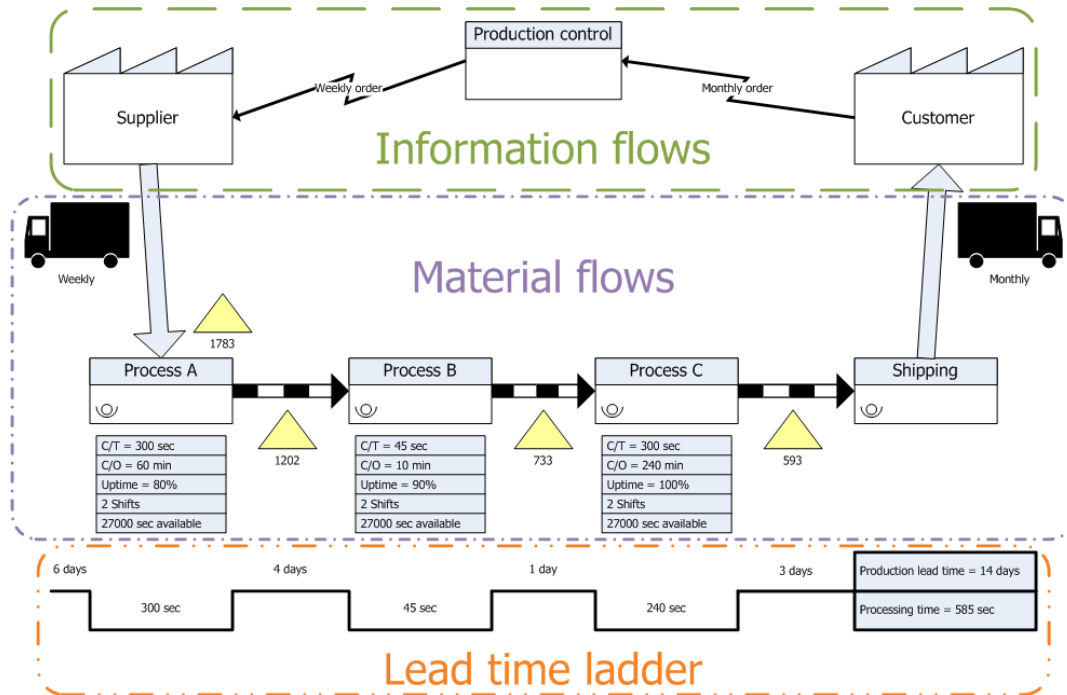


Figura 9 – Visual Stream Mapping.

2.9.5. SINGLE MINUTE EXCHANGED OF DIE (SMED)

Shingo (1985) concluiu no seu estudo que a uma das maiores dificuldades das empresas é a produção diversificada e em pequenos lotes, uma vez que muitos produtos diferentes implicam geralmente um maior número de operações de *setup*, como por exemplo a mudança de moldes ou de ferramentas. Embora estas mudanças sejam em grande quantidade e esta não possa ser reduzida, o tempo de *setup* em si pode ser melhorado.

Durante o *setup*, o processo não produz valor. Deste modo, o *setup* é entendido como sendo um desperdício, devendo ser eliminado (Lopes, 2006). Tradicionalmente, as empresas mantinham o número de *setups* no mínimo indispensável, ao invés de procurar reduzir as suas durações.

Assim, o SMED refere-se a uma teoria e a técnicas para a realização de operações de *setup* em menos de dez minutos, ou seja, o número de minutos expresso num único dígito, embora nem todas possam ser realizadas nesse tempo (Shingo, 1985).

Apesar de ter sido desenvolvido para a indústria automóvel, o SMED pode ser aplicado a vários tipos de processo, sendo o TPS considerado pioneiro na utilização deste conceito. De acordo com a metodologia SMED, as organizações devem criar procedimentos rigorosos, de modo a reduzir a probabilidade de ocorrência de falhas durante a realização dos *setups*. Em paralelo, o processo deve ser analisado de forma contínua, de maneira a que este seja melhorado continuamente.

2.9.6. POKA-YOKE

Segundo Dennis (2007) o *Poka-Yoke* é um dispositivo à prova de erro destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabrico. Este conceito integra o TPS, e foi desenvolvido por Shiego Shingo, com o objectivo de evitar custos desnecessários. Um exemplo prático simples é o facto do condutor não poder remover a chave da ignição sem que a transmissão esteja em ponto morto, evitando que este saia do carro sem condições de segurança. Segundo Shingo (1996), existem duas configurações de *Poka-Yoke*:

- Método de Controlo – quando o *Poka-Yoke* é activado, a máquina ou linha pára, de forma a poder corrigir o problema;
- Método de Advertência - quando o *Poka-Yoke* é activado, dá-se um alarme sem paragem.

2.9.7. BRAINSTORMING

O *Brainstorming* é uma ferramenta desenvolvida com o propósito de explorar a potencialidade criativa de uma equipa, visando a prossecução de objectivos pré-determinados (Farinha, 2011).

Segundo Alex Osborn (1963), criador do método nos Estados Unidos da América, originalmente para a área das relações humanas, publicidade e propaganda, este é utilizado nos mais diversos campos de actividade, nomeadamente na manutenção.

Esta ferramenta propõe a um grupo de pessoas que se reúna e utilizem as diferenças entre as suas ideias individuais para que encontrem um denominador comum, eficaz para a resolução de um problema pré-determinado. Assim, o *Brainstorming* pode ser dividido em três fases:

- Identificação dos factos/problemas;
- Geração de ideias;
- Procura da solução.

2.9.8. ANÁLISE SWOT

A análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats* (SWOT) é uma ferramenta extremamente versátil, a qual é utilizada no estudo de diversas situações, tais como a de um departamento, uma empresa ou do sector de manutenção, independentemente da sua dimensão, com o objectivo de identificar as suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças (Farinha, 2011).

As forças e fraquezas são determinadas pela posição actual da organização e relacionam-se quase sempre com factores internos. Por outro lado, as oportunidades e ameaças são previsões, relacionadas com situações externas. Assim, a análise SWOT, representada na figura 10, acaba por ser útil na identificação do posicionamento da organização perante os mercados.



Figura 10 – Esquema de análise SWOT.

2.9.9. INDICADORES DE DESEMPENHO DA MANUTENÇÃO

Normalmente designados por *Key Performance Indicators* (KPI), os indicadores chave de desempenho da manutenção são expressões quantitativas que fornecem informação a partir de dados medidos e/ou avaliados. Permitem uma monitorização adequada e correcção do comportamento de determinados aspectos da actividade de manutenção, e constituem portanto, uma ferramenta fundamental para a tomada de decisão na área da manutenção (Farinha, 2011).

Segundo a norma NP EN 15341:2009 (Indicadores de desempenho da manutenção), um Indicador é a “característica medida (ou conjunto de características) de um fenómeno, de acordo com uma forma específica que avalia a sua evolução”; “os indicadores estão relacionados com objectivos”.

Os indicadores servem para identificar, medir, avaliar, comparar, controlar e melhorar (Farinha, 2011), e podem ser utilizados:

- Periodicamente – avaliação rotineira do desempenho;
- Pontualmente – auditorias específicas ou estudos.

Segundo esta norma, existem três tipos de indicadores:

- Económicos – relacionados sobretudo com custos (manutenção, paragens programadas, etc.). Exemplos (Farinha 2011):

- Nível 1:

$$\frac{\text{Disponibilidade imputada à manutenção}}{\text{Custo total da manutenção}}$$

- Nível 2:

$$\frac{\text{Custo total com o pessoal externo da manutenção}}{\text{Custo total da manutenção}} * 100$$

- Nível 3:

$$\frac{\text{Custo das paragens programadas de manutenção}}{\text{Custo total da manutenção}} * 100$$

- Técnicos – relacionados com números de avarias e paragens não programadas, por exemplo. Exemplos (Farinha 2011):

- Nível 1:

$$\frac{\text{Número de avarias devidas à manutenção que causam danos ambientais}}{\text{Tempo de calendário}}$$

- Nível 2:

$$\frac{\text{Tempo total de funcionamento}}{\text{Tempo total de operação} + \text{Tempo de indisponibilidade devido a avarias}} * 100$$

- Nível 3:

$$\frac{\text{Número de avarias que criam riscos de danos ambientais}}{\text{Número total de avarias}} * 100$$

- Organizacionais – relacionados com ordens de trabalho, pessoal e sua disponibilidade. Exemplos (Farinha 2011):

- Nível 1:

$$\frac{\text{Efectivo do pessoal interno da manutenção}}{\text{Efectivo interno total}} * 100$$

- Nível 2:

$$\frac{\text{Pessoal de manutenção directa a trabalhar em turnos}}{\text{Efectivo total do pessoal de manutenção directa}} * 100$$

- Nível 3:

$$\frac{\text{Número de ordens de trabalho executadas no tempo previsto}}{\text{Número total de ordens de trabalho programadas}} * 100$$

Estes e outros indicadores devem ser monitorizados em períodos de tempo definidos, e analisados em conjunto pela Produção e pela Manutenção, para que a manutenção das instalações seja efectuada de forma preditiva e melhorativa, evitando assim a manutenção correctiva. Esta prática tem vindo a ganhar posição na indústria, visto que leva a um aumento do ciclo de vida dos equipamentos (Cabrita, 2009).

De acordo com a norma NP EN 15341:2009, define-se *Scoreboard* como sendo o “conjunto de indicadores associados, consistentes e complementares que fornecem informação global e sintética” e “uma ferramenta para o desenvolvimento e a implementação de uma estratégia, e para a monitorização da evolução dos objectivos definidos nessa estratégia”.

Assim, é importante que tanto a Manutenção como a Produção disponham de um conjunto de indicadores específicos, adequados à sua estratégia e ao seu desenvolvimento, que permitam uma análise temporal dos equipamentos ou custos a que se referem, facilitando a identificação, avaliação e planeamento de potenciais melhorias.

Para conhecimento dos vários KPI existentes, sugere-se a consulta das normas NP EN 13303:2007 e NP EN 15341:2009, nas quais constam, respectivamente, a terminologia utilizada em tecnologia da manutenção e os vários indicadores de desempenho da manutenção.

3. EMPRESA DE ACOLHIMENTO – CONTEXTO E ORGANIZAÇÃO

A Celulose Beira Industrial (Celbi) S. A., sediada na Figueira da Foz, tem como principais actividades a produção e comercialização de pasta de papel de fibra curta, obtida a partir do eucalipto, bem como a produção de energia eléctrica, resultante do processo de fabrico da pasta (<http://www.celbi.pt/>).

A comemorar 50 anos de existência, e integrante do grupo Altri (cotado na bolsa de valores de Lisboa, onde integra o PSI 20) desde 2006, a Celbi é um produtor de referência no panorama europeu, essencialmente devido à elevada qualidade do seu produto. A figura 11 apresenta a vista aérea das instalações da Celbi.



Figura 11 – Vista aérea da Celbi.

A figura 12 apresenta a entrada das instalações da Celbi.



Figura 12 – Entrada da Celbi.

Ao longo dos últimos anos, a empresa tem vindo a efectuar investimentos avultados, no sentido de incrementar o volume de produção e a qualidade do produto, dos quais se destacam os projectos C09, C15 e C17.

- C09 – Concretizado entre 2007 e 2010, o projecto C09 consistiu na remodelação da sua linha de produção de pasta e na montagem de novas instalações na área de produção de energia e recuperação de químicos, cuja fase de construção se apresenta na figura 13. Esta remodelação permitiu duplicar a capacidade de produção da empresa. Em simultâneo, a EDP – Produção Bioeléctrica, S. A., parceria entre a Altri e a EDP, construiu uma central termoeléctrica a biomassa nas instalações da Celbi, com o objectivo de produzir energia eléctrica através de resíduos florestais resultantes da limpeza das matas e do processo de produção de pasta;



Figura 13 – Fase de construção do edifício das caldeiras.

- C15 – Concretizado entre 2013 e 2015, este projecto visou a remodelação e intervenções em várias áreas fabris, com o objectivo de desbloquear a capacidade, de forma a aumentar a eficiência da fábrica;
- C17 – A decorrer actualmente, durante os anos de 2016 e 2017, este investimento no valor de 40 milhões de euros visa a construção de uma nova linha de descasque e destroçamento de madeiras, que será a maior unidade do mundo para descasque de rolaria de eucalipto. Para além disto, estão ainda previstos melhoramentos na estação de tratamento de efluentes, branqueamento e lavagem.

Actualmente, a Celbi tem uma capacidade instalada de 700.000 toneladas de pasta anuais, é autossuficiente a nível energético e conta com cerca de 230 colaboradores.

3.1. ENQUADRAMENTO HISTÓRICO

A Celbi foi instalada em Portugal em 1965, originalmente com o nome Celulose Billerud SARL, como iniciativa da empresa sueca Billerud AB, ligada a um dos maiores grupos industriais portugueses da época, a Companhia União Fabril (CUF). Os primeiros accionistas da empresa foram a Billerud (71%), a CUF (23%) e um grupo de produtores florestais (6%).

A actividade da empresa arrancou em 1967, com a produção de pasta solúvel destinada ao fabrico de fibras têxteis. A unidade fabril acabaria por ser reajustada para produzir pasta papeleira, pelo facto da pasta para fibras têxteis defrontar-se com sérios problemas de mercado na altura. Assim, em 1970, a empresa mudou a sua designação social para Celulose Beira Industrial (Celbi) SARL, sendo que à data a sua capacidade de produção era igual a 120 000 toneladas.

Em 1975, decorrente do processo das nacionalizações, as acções da CUF e dos pequenos accionistas foram transferidas para o Estado Português, que assumiu a sua titularidade através da Investimentos e Participações Empresariais (IPE), S. A.

No que respeita ao acionista sueco, refira-se que o capital da Celbi passa a ser detido pela STORA, integrado na STORA CELL AB, fruto de diversas operações de concentração da indústria florestal observadas durante a primeira metade dos anos 80.

Em 1995 o Governo Português transfere a sua participação na empresa, ao vender a sua parte à STORA CELL AB, que passou a deter todo o seu capital. A Celbi passou então a designar-se por Stora Celbi Celulose Beira Industrial, S. A.

Em 1998, com a criação do grupo Stora Enso, fruto da fusão da sueca Stora com a finlandesa Enso, a empresa retoma a sua denominação anterior: Celulose Beira Industrial (Celbi), S. A.

Em 2006, o grupo Altri adquire 100% dos direitos de voto da empresa, grupo ao qual pertence até aos dias de hoje (<http://www.celbi.pt/>).

3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS PRODUZIDOS

A Celbi produz pasta virgem branqueada de eucalipto, do tipo Bleached Eucalyptus Kraft Pulp (BEKP), sendo toda a sua capacidade colocada no mercado. Trata-se de um produto caracterizado pelas suas especificidades de resistência, boa opacidade, elevada porosidade, baixo nível de sujidade, brancura e consistência de qualidade, o que lhe confere destaque no mercado mundial.

A pasta Celbi é especialmente indicada para a produção de papéis finos para impressão, papéis para laminados decorativos, papel para uso doméstico e de embalagem.

No que respeita aos mercados de destino do produto, verifica-se que 96% da pasta produzida na Celbi é destinada aos mercados da União Europeia, nomeadamente Espanha, França, Alemanha, Suécia, Portugal, Áustria, Reino Unido, Itália e Holanda. As figuras seguintes mostram as vendas do grupo Altri por aplicação final e por região.

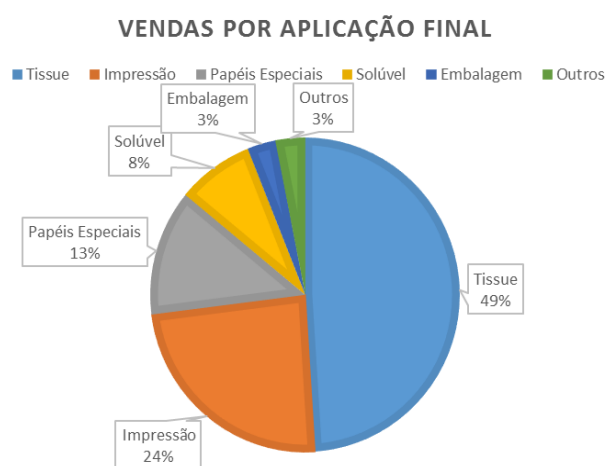


Figura 14 – Vendas por aplicação final (site Celbi).

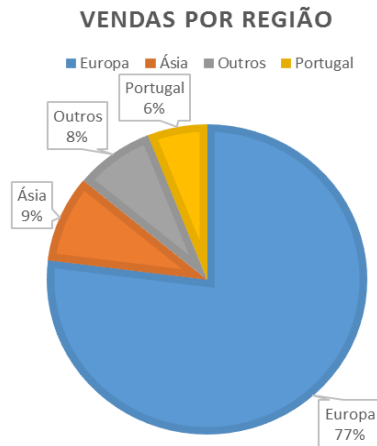


Figura 15 – Vendas por região (site Celbi).

Através do reaproveitamento dos recursos utilizados na produção da pasta, a Celbi produz também energia eléctrica, que é, em parte, consumida no processo fabril. A energia produzida seria suficiente para alimentar uma cidade com 150 000 habitantes.

3.3. PROCESSO DE FABRICO

A figura 16 representa, de uma forma simplificada, o diagrama geral dos processos que se descrevem de seguida.

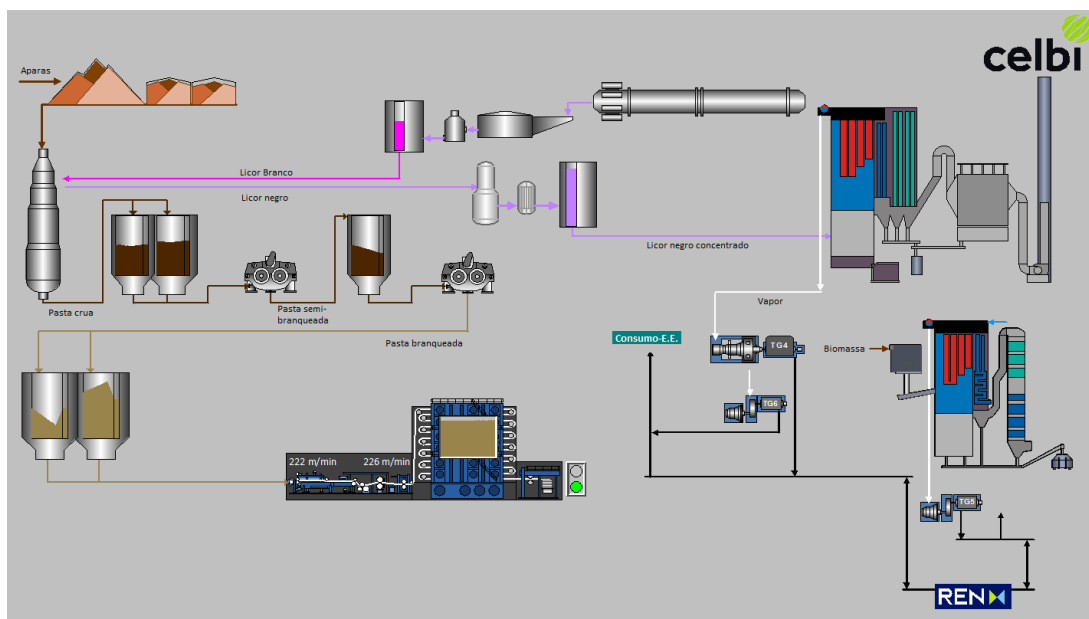


Figura 16 – Diagrama geral de produção (Celbi).

3.3.1. PASTA

O processo de fabrico de pasta de papel assenta na transformação de madeira de eucalipto, e passa pelas seguintes etapas:

- Descasque da madeira e seu destroçamento em aparas;
- Crivagem da madeira e posterior cozimento num digestor contínuo com licor branco (composto químico) e vapor. Os químicos dissolvem a lenhina, substância responsável pela agregação das fibras, daí resultando a pasta crua e o licor negro;
- Lavagem para remoção de produtos orgânicos e inorgânicos, resultantes do processo de cozimento, e crivagem, para remoção de impurezas e partículas não cozidas;
- Pré-branqueamento com oxigénio, do qual resulta uma pasta semi-branqueada, de cor amarelada;
- Branqueamento, que consiste na remoção de compostos residuais resultantes da decomposição da lenhina, através de várias reações químicas com agentes branqueadores como o oxigénio, o peróxido de hidrogénio (água oxigenada) e o dióxido de cloro. Nesta fase, a pasta apresenta-se espessa e de cor branca;
- Crivagem e depuração finais e posterior remoção de grande parte da água sobre uma tela em movimento, por acção de vácuo;
- Prensagem e secagem final da pasta;
- Corte da folha principal em folhas de menor dimensão, e empilhadas em fardos de 250 kg;
- Agrupamento dos fardos em unidades de 8 fardos e carregamento em camiões.

3.3.2. LICORES E ENERGIA

O licor negro sob uma forma diluída, resultante do processo de cozimento da madeira, é transformado em licor branco e reintegrado no processo. Este processo de recuperação assenta nos seguintes passos:

- Evaporação e concentração do licor negro diluído, de forma a obter um biocombustível espesso, designado por licor negro concentrado;
- Queima do licor negro concentrado na caldeira de recuperação. Os produtos químicos inorgânicos do licor negro formam uma substância que, depois de diluída em água dá origem ao licor verde, constituído por uma grande fracção de carbonato de sódio e por sulfureto de sódio;
- Adição de cal viva ao licor verde no processo de caustificação, dando origem ao licor branco (hidróxido de sódio e sulfureto de sódio) e ao carbonato de cálcio;
- Remoção e secagem do carbonato de cálcio, e posterior transformação em cal viva no forno da cal.

O vapor de alta pressão produzido na caldeira é expandido numa turbina, sendo posteriormente utilizado no processo a média ou a baixa pressão. Na turbina é gerada energia eléctrica, através da expansão do vapor, a qual, em regime normal de operação e em termos médios, satisfaz as necessidades da fábrica.

3.3.3. BIOELÉCTRICA

Na área fabril da Celbi encontra-se instalada uma central termoeléctrica a biomassa florestal, detida em partes iguais entre o grupo Altri e a EDP Produção Bioeléctrica. De forma semelhante à caldeira de recuperação, a biomassa resultante tanto do descasque de madeira como da limpeza de matas é queimada, dando origem a vapor de alta pressão, igualmente expandido noutra turbina, onde é gerada energia eléctrica, injectada na rede eléctrica nacional.

3.3.4. TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS E EMISSÕES GASOSAS

Para além da produção, as instalações da Celbi integram redes de tratamento dos materiais derivados da produção de pasta e energia, de forma a que se verifique o cumprimento das suas políticas de sustentabilidade ambiental, regulamentadas ou não.

Assim, existem três redes separadas de esgotos internos: efluente ácido; efluente alcalino; efluente doméstico e águas pluviais. Os três efluentes são sujeitos a um tratamento primário para remoção de sólidos suspensos, em dois sedimentadores. Parte destes resíduos é utilizada para a produção de papéis e cartão, sendo estes enviados para o exterior como matéria-prima.

Os efluentes provenientes destes sedimentadores são misturados e enviados para o tratamento secundário, e descarregados e difundidos no Oceano Atlântico a 1500 metros da costa, através de um emissário submarino. As lamas resultantes do processo de tratamento são encaminhadas para a estação de compostagem de resíduos ou são utilizadas em outros processos de valorização.

No que respeita às emissões gasosas, os processos de tratamento são os seguintes:

- Os gases resultantes da queima de licor negro na caldeira de recuperação são sujeitos a depuração em precipitadores electrostáticos, para remoção de partículas, antes de serem lançados na atmosfera. As emissões gasosas, compostas por partículas, SO₂, TRS, CO e NO_x, são medidas continuamente por instrumentos em linha;
- Os gases resultantes do forno da cal são também tratados em precipitadores electrostáticos. À semelhança do ponto anterior, os gases (partículas, CO, NO_x, SO₂ e TRS) são medidos em contínuo por instrumentos devidamente aferidos;
- Os gases provenientes da lavagem, crivagem, branqueamento e produção de dióxido de cloro são recolhidos e lavados com uma solução alcalina, num lavador de gases, e são enviados para a atmosfera;

- Os condensados resultantes da evaporação do licor negro passam por um processo de purificação num *stripper*, do qual resultam metanol e gases não condensáveis, aos quais é acrescentado valor energético na caldeira de recuperação.

3.4. ORGANIZAÇÃO DA EMPRESA

A estrutura organizacional da Celbi encontra-se descrita na figura 17, a qual apresenta as relações hierárquicas entre os diferentes Departamentos e Sectores.

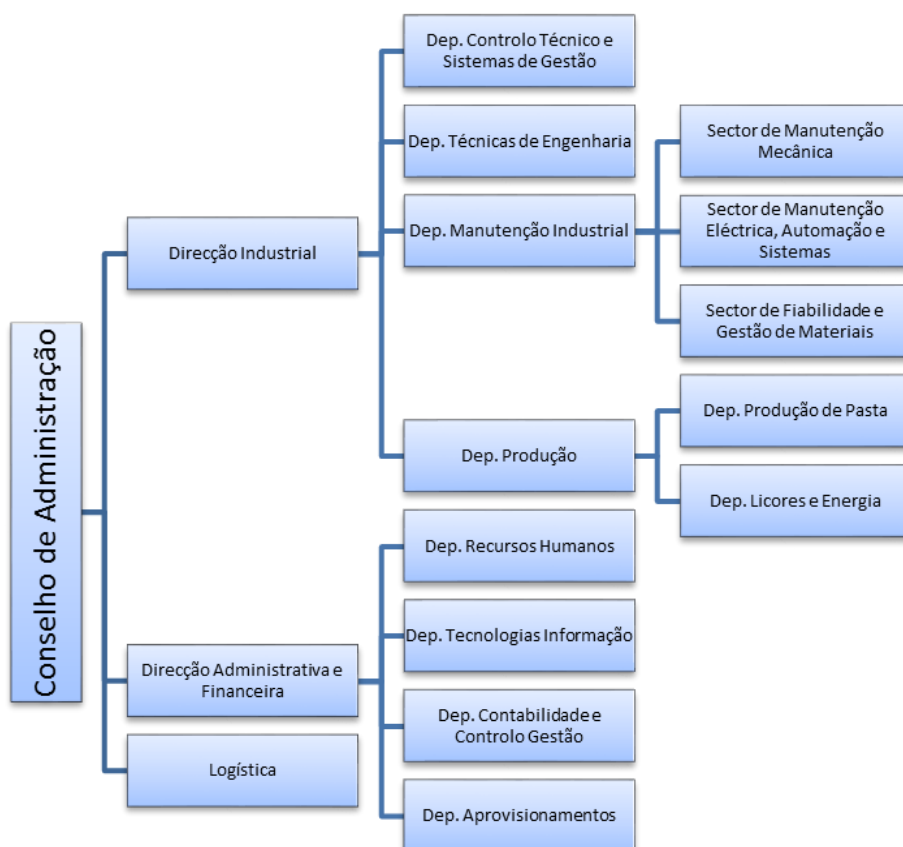


Figura 17 – Organograma da empresa.

Tendo em conta que o sector no qual o relator do presente relatório efectuou o estágio se enquadra na Direcção Industrial (DI), segue-se uma breve descrição das suas principais missões:

- Transformar rolaria de eucalipto em fardões de pasta, maximizando a auto-suficiência da fábrica através da produção de energia eléctrica, da recuperação e reciclagem interna dos produtos químicos e da minimização das emissões ambientais que daí advêm;
- Fazer a manutenção de todo o equipamento instalado na fábrica, de modo a garantir o nível de operacionalidade das instalações e a estabilidade do processo, compatíveis com as exigências do fabrico (em termos de volume e qualidade), tendo em vista a optimização dos recursos disponíveis e a racionalização dos custos.

Dentro da DI, o DMI tem as seguintes responsabilidades:

- Gerir, planificar, coordenar e controlar as actividades de manutenção procurando concretizar os seus objectivos, nomeadamente quanto a:
 - Fiabilidade e disponibilidade das instalações/equipamentos;
 - Custos e produtividade;
 - Formação;
 - Saúde, ambiente e segurança;
 - Cumprir o estabelecido nos Planos de Operação Metrológica (POM);
- Participar na definição das estratégias, objectivos e programas de desenvolvimento.

No que respeita ao SMEAS, este sector tem como missão a manutenção corrente dos equipamentos eléctricos, de medição e controlo da actividade industrial, visando a maximização da disponibilidade operacional da fábrica, bem como a promoção da fiabilidade das suas medições, através de operações de controlo metrológico.

3.5. ORGANIZAÇÃO FUNCIONAL DAS INSTALAÇÕES DA CELBI

A organização funcional consiste na especificação da função de uma determinada máquina ou conjunto de máquinas na unidade industrial (Cabral, 2004). Neste sentido, a Celbi encontra-se dividida em três zonas funcionais: zonas 1, 2 e 3, que por sua vez estão organizadas em áreas com uma determinada codificação.

A zona 1 é constituída por áreas que servem de suporte à actividade principal da Celbi. Neste campo enquadram-se as oficinas, aterro controlado, forno da cal, caldeiras, turbogeradores, entre outros. Na zona 2 enquadram-se as áreas de preparação e armazenagem de madeiras. A zona 3 é constituída por todas as áreas de produção de pasta, desde o digestor até à máquina de secagem.

O anexo 1 mostra todas as áreas da fábrica, bem como os respectivos números de localização atribuídos.

Para a identificação dos equipamentos, a Celbi utiliza uma nomenclatura própria, chamada “Localização”, representada das seguintes formas:

- Instrumentos: <área>-<tipo de equipamento(s)>-<número sequencial de cada área>
 - Exemplo: 852-FC-0062 – Caudal de retorno da caixa de chegada - estes equipamentos pertencem à máquina de secagem, têm como função controlar o caudal de pasta – *Flow Control* (FC) e possuem o número 0062;
- Mecânica: <área>--<número sequencial de cada área>
 - Exemplo: 463- -0001 – Bomba de água de alimentação número 1;
- Serviço Eléctrico: <área> <quadro> <posição horizontal> <posição vertical>
 - Exemplo: 291-QD-36A.03.01 – Gaveta de baixa tensão, localizada no quadro 36A, posição horizontal 3, posição vertical 1.

Cada localização “Pai” terá localizações “Filho”, criando-se assim uma estrutura hierárquica dos equipamentos da fábrica. Por exemplo, a localização anterior 852-FC-0062 é composta pelos seguintes filhos:

- I852-FE-0062.00 – Medidor de caudal magnético, modelo Optiflux 4000, DN 250, PN 10, marca Krohne;
- I852-FT-0062.00 – Conversor de sinal, modelo IFC 300W, marca Krohne;
- I852-FV-0062.00 – Válvula automática para regulação do caudal, composta por:
 - Válvula de segmento esférico, modelo RBJA250AS da marca Metso;
 - Actuador pneumático, modelo B1CU13/35 da marca Metso;
 - Posicionador, modelo ND9103HN da marca Metso.

A cada uma destas localizações “Filho”, é anexado o equipamento e respectivas peças de reserva, bem como as especificações, tais como o *range* e o endereço Profibus.

Este tipo de nomenclatura promove uma maior facilidade de comunicação entre os colaboradores, bem como uma maior eficácia nos trabalhos de manutenção.

Para além de instalações para controlo de caudal, existem instalados diversos equipamentos, com outras funções, nomeadamente:

- Controlo ou indicação de nível:
 - *Level Indication* (LI)
 - *Level Control* (LC);
- Controlo ou indicação de temperatura
 - *Temperature Indication* (TI);
 - *Temperature Control* (TC);
- Controlo ou indicação de pressão
 - *Pressure Indication* (PI)
 - *Pressure Control* (PC);

entre outros.

4. GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA CELBI

A função Manutenção desempenha um papel preponderante na Celbi, tendo em conta o seu impacto na disponibilidade dos seus equipamentos, a segurança e os riscos inerentes à sua actividade. Assim, a Celbi dispõe de um Departamento de Manutenção Industrial, que centra a sua actividade na manutenção, preparação e execução de trabalhos, mantendo assim o pleno funcionamento de todos os seus equipamentos e instalações. Segundo a empresa, o DMI tem como missões:

- Executar e/ou supervisionar a manutenção de todos os equipamentos instalados na fábrica, de forma a garantir o nível de operacionalidade das instalações e a estabilidade do processo, de acordo com as exigências do processo, tanto no que respeita ao volume, como no que respeita à qualidade, tendo sempre em consideração a racionalização dos custos e a optimização dos recursos;
- Gerir, planificar, coordenar e controlar as actividades de manutenção, com vista à concretização os seguintes objectivos:
 - Fiabilidade e disponibilidade das instalações e equipamentos;
 - Custos e produtividade;
 - Formação;
 - Saúde, ambiente e segurança;
 - Cumprimento dos Planos de Operação Metrológica;
- Participar no estudo e definição de estratégias, objectivos e programas de desenvolvimento;
- Desempenhar as tarefas e exercer as responsabilidades que lhe estão atribuídas nos documentos do Sistema Integrado de Gestão.

O DMI é subdividido em três sectores, como indica a figura 18.

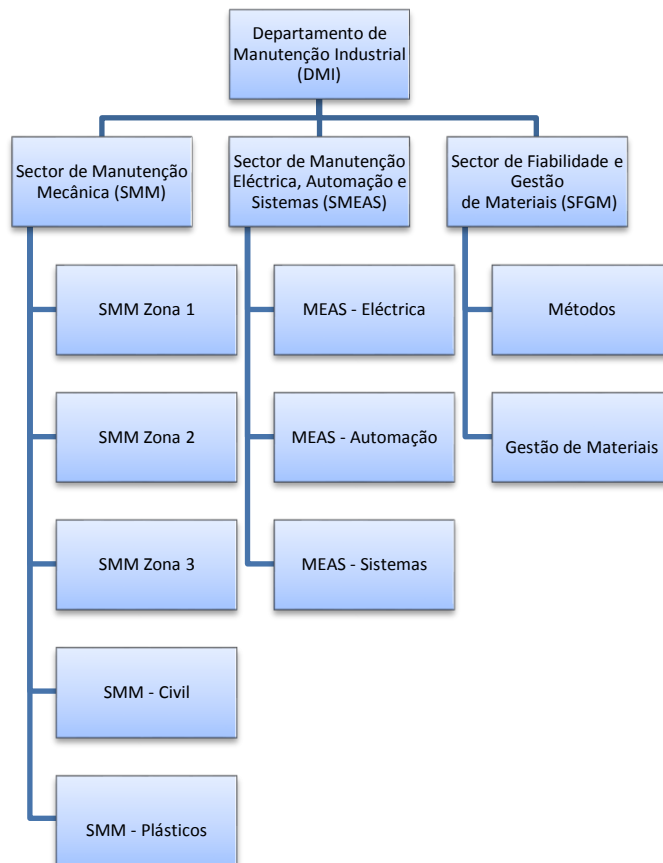


Figura 18 – Organograma do DMI.

Cada um destes sectores possui as seguintes missões:

- SMM – manutenção mecânica dos equipamentos e estruturas das instalações fabris, visando a maximização da disponibilidade operacional;
- SMEAS – manutenção de equipamentos eléctricos e de medição e controlo da actividade industrial, visando a maximização da disponibilidade operacional, assim como a fiabilidade do seu funcionamento e medições;
- SFGM – estudo e análise de equipamentos, gestão do Armazém Geral e elaboração de trabalhos mecânicos programados.

A preparação/programação e execução de trabalhos são da responsabilidade do SMEAS e do SMM, existindo trabalhos efectuados em conjunto. Estes dois sectores desempenham um papel fundamental na empresa, já que a maioria dos equipamentos se encontra neles inseridos.

O SFGM está encarregue da gestão do Armazém geral, e faz parte dele a divisão de Métodos, responsável por estudar equipamentos mecânicos, sobretudo através dos seus manuais, com o objectivo de identificar e adquirir as suas peças de reserva e inseri-las no Sistema de Gestão da Manutenção (IBM MAXIMO). Este sector é também responsável pela elaboração de trabalhos de manutenção mecânica periódicos, como por exemplo, as provas de pressão.

Após observação do funcionamento da manutenção na Celbi, em particular no SMEAS, e em concordância com a classificação da manutenção constante da norma NP EN 13306, elaborou-se o esquema, presente na figura 19.

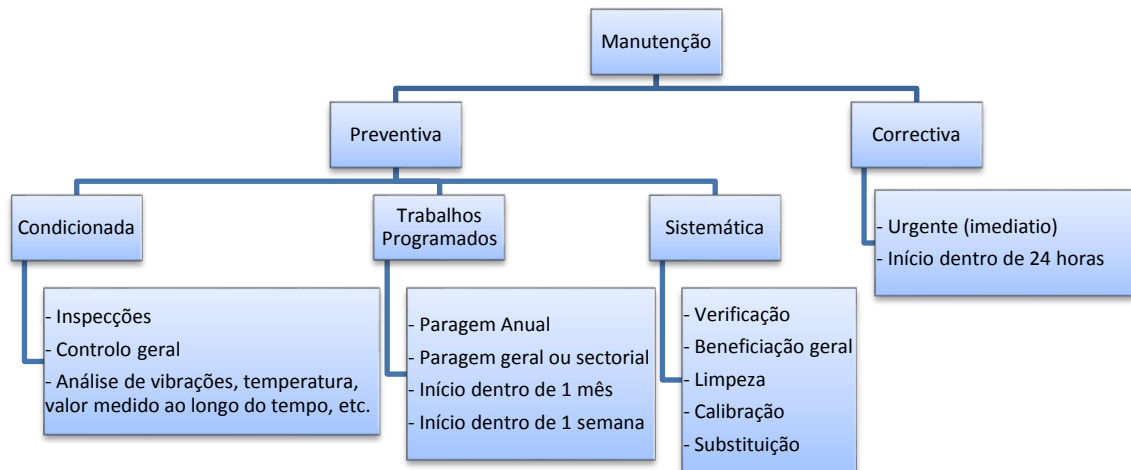


Figura 19 – Divisão dos trabalhos de manutenção.

Assim, verifica-se que, de maneira geral, a manutenção na Celbi divide-se em dois grandes tipos: preventiva e correctiva.

Enquanto a manutenção correctiva está associada a ordens de execução (OE) urgentes ou com início para as 24 horas seguintes, que por sua vez estão normalmente associadas a limitações de produção ou paragem total da instalação, a manutenção preventiva reflecte a necessidade de evitar a correctiva, através de rotinas periódicas de verificação, beneficiação e calibração dos equipamentos.

4.1. PLANEAMENTO DA MANUTENÇÃO

O planeamento da manutenção a efectuar na Celbi é realizado por colaboradores dos três sectores acima indicados. O documento (anexo 2) mais importante de toda a manutenção da Celbi é a Ordem de Execução (OE). Trata-se do *interface* entre o preparador ou chefe de equipa e o executante. Pode ou não existir uma requisição de trabalho (RT – anexo 3), feito ao preparador da zona, que posteriormente dará origem a uma OE. No caso de trabalhos programados, isto não acontece, já que as ordens são geradas directamente, consoante a periodicidade estipulada para aquele equipamento.

Cada OE tem campos que devem ser preenchidos correctamente, de modo a que se possa corresponder às exigências da intervenção, tais como:

- Identificação do equipamento;
- Descrição do procedimento do trabalho a executar;
- Identificação dos materiais e ferramentas necessários e respectivas reservas ao Armazém Geral;
- Disponibilização da documentação relevante para a execução (desenhos de *loop*, manual do equipamento, etc.)
- Folhas de consignação da instalação, a assinar pelo responsável pela execução e pelo responsável pela instalação, antes de executar o trabalho, bem como na devolução da instalação à operação;
- Folhas de montagem de andaimes (caso necessário).

Para além destes pontos, existem campos de preenchimento obrigatório, que definem o tipo de trabalho a executar e a sua prioridade.

O fluxograma presente na figura 20 ilustra a sequência de passos pelos quais uma OE passa, bem como as opções dos campos de preenchimento obrigatório:

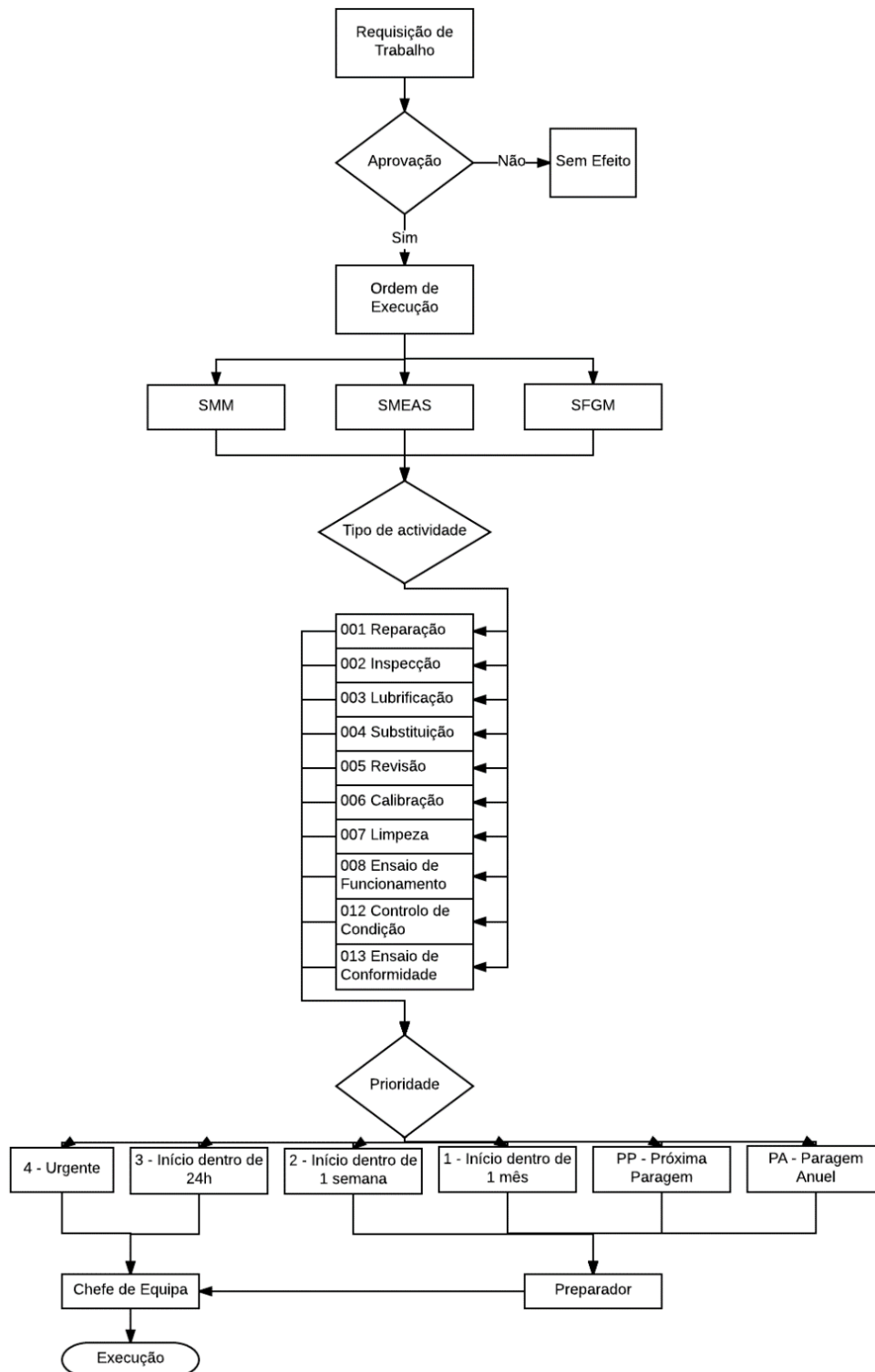


Figura 20 – Fluxograma da RT à execução.

4.1.1. PARAGENS PROGRAMADAS

Em processos complexos e de laboração contínua, como são os da Celbi, é impossível efectuar manutenção (preventiva ou correctiva) em determinados equipamentos sem que estes estejam parados e em condições de segurança. Nesse sentido, decorrem na Celbi paragens programadas (PP), normalmente com a frequência de oito semanas e de curta duração (normalmente até 12 horas), nas quais estão englobados trabalhos rotineiros, como a mudança de telas na máquina da pasta, e trabalhos correctivos, pedidos pela Produção após a última PP.

Estas paragens são seccionadas, isto é, uma paragem da máquina da pasta não implica a paragem imediata de toda a instalação a montante. As instalações vão ficando fora de serviço de forma intervalada no tempo, normalmente apenas até ao digestor. A paragem do digestor implica a não produção de licor negro fraco, o que por sua vez leva à paragem da evaporação e conseqüente queima de gás natural na caldeira de recuperação.

Assim, as áreas que normalmente são alvo de intervenções da manutenção numa PP são as seguintes:

- 852 e 812 – máquina de secagem de pasta. São as áreas com mais disponibilidade para trabalhos;
- 432, 421, 412 – branqueamento, lavagem e digestor. Áreas normalmente disponíveis cerca de metade do tempo das anteriores;
- 452 e 463 – evaporação e parte da caldeira de recuperação. Com a falta de licor negro fraco do digestor, existe obrigatoriedade de parar a evaporação e instalações associadas na caldeira.

As restantes instalações não param em PP padrão. A preparação de madeiras tem PP intervaladas com as restantes e entre as suas linhas (2, 4 e 5) e podem ocorrer paragens das restantes instalações, por exemplo para lavagem da caldeira, tendo sempre de ser de maior duração.

No que respeita ao SMEAS, as intervenções são geralmente não rotineiras, e visam normalmente a substituição dos equipamentos e posterior reparação em oficina, ao invés da sua reparação imediata, que por motivos de tempo é impraticável numa PP. É prática do sector recorrer a mão-de-obra exterior para a execução de alguns destes trabalhos.

4.1.2. PARAGENS ANUAIS

A paragem anual (PA) é uma paragem de vários dias que decorre anualmente na Celbi, na qual a produção pára por completo e são levados a cabo trabalhos de manutenção preventiva e correctiva por parte das diversas valências.

No âmbito da paragem anual, estão programados os seguintes trabalhos:

- Trabalhos de rotina: trabalhos de manutenção preventiva, que por razões processuais só podem ser efectuados em PA, como por exemplo a beneficiação dos sistemas de vídeo, a limpeza e mudança de filtros nas unidades hidráulicas ou a limpeza das caixas de campo;
- Trabalhos pedidos ao longo do ano, que requerem tempo ou condições processuais que não foram alcançadas em PP, ou que por falta de material acabaram por ser adiados.

A PA da Celbi e a PA da Bioeléctrica não ocorrem em simultâneo, tendo a segunda uma duração menor.

A preparação de uma PA deve ser efectuada de forma estruturada e ao longo do ano, uma vez que o volume de trabalho pressupõe não só a preparação de trabalhos destinados ao pessoal interno, mas também o envolvimento de dezenas de empresas prestadoras de serviços, o que envolve consultas ao mercado e apresentações dos trabalhos aos empreiteiros. Para além disto, é necessário proceder à compra de material, montagem de plataformas de acesso, coordenação dos trabalhos com as actividades da Produção e com os restantes sectores da manutenção.

Assim, os trabalhos normalmente contemplados nos programas de PA do SMEAS – Automação são os seguintes:

- Revisão aos conversores de frequência: efectuada normalmente por elementos tanto do exterior como da Celbi, consiste na desmontagem, limpeza e verificação dos conversores de frequência modulares instalados na fábrica;
- Revisão aos transmissores de consistência: desmontagem e revisão em bancada, efectuada por técnicos da marca dos equipamentos;
- Revisão aos actuadores eléctricos AUMA: efectuada pelo representante da marca em Portugal, consiste na desmontagem, limpeza, verificação e calibração dos actuadores;
- Limpeza das unidades hidráulicas: Limpeza, eliminação de fugas e mudança de filtros, efectuada por empresas especializadas;
- Beneficiação das caixas de campo: Limpeza geral, reaperto de bornes e substituição de filtros de ar, executada por empresas subcontratadas;
- Beneficiação dos sistemas de vídeo: Desmontagem das câmaras e revisão em oficina e posterior montagem e ensaio com a Produção;
- REE – Regime especial de exploração: Verificação e calibração de cerca de setenta transmissores (temperatura, caudais de ar e vapor, caudais de licor negro e branco e densidades) para efeitos de certificação. Executado por uma empresa externa.
- Trabalhos pedidos ao longo do ano, não rotineiros, executados por pessoal interno, com auxílio de mão-de-obra exterior;
- Analisadores: como se pode verificar no ponto seguinte, os diversos analisadores instalados na fábrica carecem de manutenção preventiva regular. Durante a PA, esta manutenção é efectuada de forma mais profunda, com a desmontagem do equipamento e beneficiação em oficina, por parte de pessoal interno.

Cada empreitada entregue a uma empresa exterior tem associado um coordenador do SMEAS, usualmente um preparador ou um chefe de equipa, que deve garantir o apoio necessário à execução do trabalho, bem como o controlo da evolução do mesmo.

4.1.3. PRIORIDADES 1 E 2

Os trabalhos de prioridade 1 e 2 são trabalhos não urgentes, geralmente de carácter preventivo ou melhorativo. São normalmente executados por técnicos da Celbi e podem ou não ser pedidos pela produção.

Nestes trabalhos estão incluídas as rotinas do SMEAS (ver anexos 4 e 5), efectuadas com uma determinada frequência, dependendo do equipamento em causa e das necessidades da Produção. Assim, os trabalhos em questão são os seguintes:

- Analisadores: Limpeza geral do sistema de recolha de amostra e calibração dos analisadores de diversos indicadores processuais (turbidez da água, gases e partículas emitidos para a atmosfera, caustificação, lenhina, etc). Estão instalados cerca de quarenta analisadores sujeitos a estas rotinas cuja frequência das intervenções varia entre bissemanal e trimestral, consoante o definido para cada um;
- Limpeza das tomas de pressão: limpeza quinzenal das tomas de impulso de cerca de dez transmissores de pressão instalados na caldeira de recuperação;
- Beneficiação da instrumentação dos potes das cinzas: Limpeza e ensaio dos interruptores de nível dos seis potes, calibração dos pressostatos, verificação do estado das electroválvulas, filtros e válvulas de ar e substituição caso se justifique. Este trabalho é executado mensalmente;
- Calibração de transmissores de PH e Condutividade: Comparação do valor medido pelo transmissor com o medido por um aparelho portátil calibrado em laboratório e ajuste do mesmo se necessário. Pode ser necessária a substituição da célula de medida. Existem cerca de quarenta transmissores instalados na Celbi, sendo verificados mensalmente;

- Sistemas de lubrificação centralizada: Eliminação de fugas de óleo ou massa e verificação da chegada a todos os pontos de lubrificação através do ensaio da unidade. Trata-se de uma rotina mensal, executada em cerca de trinta unidades de lubrificação;
- Colhedor de amostras do efluente final: Beneficiação geral do colhedor de amostras automático instalado no efluente que descarrega no mar. Este trabalho é executado mensalmente;
- Aferição de manómetros: Desmontagem, beneficiação e envio para certificação para uma entidade externa. Existem cerca de setenta manómetros sujeitos a certificação anual, pelo que esta é feita ao longo do ano, e não em todos em simultâneo;
- Níveis do tanque de dissolução: Desmontagem, limpeza e ensaio de dois transmissores de nível instalados no tanque de dissolução da caldeira de recuperação, com a frequência de quatro semanas;
- Calibração dos detectores de gases nas caldeiras: Limpeza, mudança de filtros e calibração de cerca de vinte detectores de gases (H₂S e LEL) instalados na caldeira, através da utilização de gases padrão. Este trabalho é executado semestralmente;
- Estação meteorológica: Encontra-se instalada na Celbi uma estação meteorológica que integra medição de temperatura, humidade relativa do ar, pluviosidade e evaporação. É efectuada uma intervenção trimestral que consiste na limpeza e verificação dos equipamentos;
- Verificação da pressão dos acumuladores de azoto da unidade hidráulica do difusor 2. Este trabalho é efectuado de quatro em quatro semanas e inclui a purga e quantificação de óleo nos acumuladores, bem como a limpeza geral do sistema de elevação;
- Trabalhos de oficina: Reparação em oficina de equipamentos retirados da instalação por avaria ou preventivamente e posterior devolução ao armazém geral. Dos equipamentos reparados destacam-se válvulas, actuadores e

cilindros pneumáticos, motores hidráulicos e pneumáticos, posicionadores e transmissores (pressão, nível, condutividade, pH, etc.), entre outros;

- POM – Plano de Operações Metrológicas: Consistem na aferição e correcção de medidas presentes em toda a instalação, podendo estas ser de dois tipos:
 - Formais: efectuadas com a utilização de equipamentos certificados, sendo alvo de auditorias externas (exemplos: caudais de calha parshall, condutivímetros, etc);
 - Informais: efectuados a pedido da Produção apenas para verificação e correcção de valores para efeitos processuais, não sendo controlados por entidades externas (exemplos: transmissores de consistência, alguns analisadores, etc.).

Alguns POM são efectuados apenas uma vez por ano, em paragem geral da instalação, sendo que a maioria é efectuada em andamento, com uma frequência que pode variar entre uma semana e um ano. Todos estes trabalhos requerem o preenchimento, por parte do executante, de uma folha de registos específica (ver anexo 6).

Todos estes trabalhos são geridos pelo sector, em concordância com a Produção, sendo susceptíveis de alterações. É importante a execução destes trabalhos, uma vez que um acompanhamento correcto dos equipamentos permite uma redução das intervenções correctivas.

4.1.4. PRIORIDADES 3 E 4

Os trabalhos de prioridade 3 (início em 24 horas) e 4 (início imediato) correspondem normalmente à resolução das avarias que ocorrem diariamente, quer em horário diurno, quer em horário de turnos rotativos. São sempre pedidos pela Produção, o que faz com que tenham obrigatoriamente uma RT associada, e são geridos directamente pelo chefe de equipa operacional.

A equipa pode não ser capaz de resolver a avaria, por falta de condições por parte da produção (linhas em carga, falta de segurança para o executante, etc.) ou por motivos intrínsecos à manutenção (não existência de material para resolver a avaria, falta de conhecimento técnico, etc.). Nestes casos, a OE passa de prioridade 3 ou 4 para 1, 2, PP ou PA. Em caso de paragem da instalação, procede-se à reparação do equipamento, mesmo que provisoriamente, ficando a aguardar reparação definitiva em PP ou PA.

4.1.5. FERRAMENTAS DE APOIO À MANUTENÇÃO

Numa empresa desta dimensão, é extremamente importante existir uma ferramenta o mais intuitiva e automática possível que sirva de apoio às suas actividades.

Neste sentido, a principal ferramenta informática de apoio às actividades da Manutenção na Celbi é o “*MAXIMO Asset Management*”, produzida pela IBM. Trata-se de um *software* de gestão de activos, presente na Celbi desde a sua versão 4 até à actual 7.

A referida ferramenta permite realizar as seguintes tarefas, tendo em consideração um perfil de preparador, ao qual tenho acesso no meu trabalho diário:

- Criação e preparação de ordens de execução, já referenciadas neste relatório de estágio;
- Criação, alteração e eliminação de localizações e equipamentos, associação de artigos de armazém, calibrações, números de série, entre outros;
- Alteração das estruturas de artigos, isto é, associação de artigos de armazém a outros artigos (por exemplo, a uma válvula automática estarão associados um corpo, um actuador, um posicionador, conjuntos de reparação, etc.);
- Criação de guias de transporte, para envio de equipamentos para reparação;
- Execução de ordens de compra e pedidos de cotação;
- Criação de planos de trabalho e planos de manutenção. Esta funcionalidade é bastante utilizada, nomeadamente na criação de ordens de execução referentes às rotinas de manutenção preventiva, referidas anteriormente, permitindo que se criem OEs de uma forma automática;

- Fornecimentos internos, gerados automaticamente sempre que seja levantado um artigo recuperável, para que o preparador proceda à criação da OE para proceder à sua reparação, ao seu envio para uma empresa externa para reparação ou à sua reciclagem.

Importa referir que a Celbi sustenta parte da sua actividade no sistema SAP, nomeadamente na gestão do armazém e nas compras, não sendo esta ferramenta utilizada pela preparação do SMEAS.

Este tipo de ferramentas desempenha um papel preponderante na gestão de qualquer indústria, nomeadamente em fábricas de grandes dimensões e de laboração contínua, uma vez que a automatização do sistema se traduz numa maior celeridade na resolução dos problemas e avarias.

4.2. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NA CELBI

No decorrer dos anos, a Celbi tem vindo a implementar os oito pilares do TPM, embora de forma não formalizada, já desde antes do grande impulso desta metodologia.

Com efeito, com a necessidade de melhorar a eficiência dos sistemas, a Celbi foi implementando e aperfeiçoando medidas de melhoria contínua, que acabaram por trazer benefícios a nível material e humano, fazendo dela o que é hoje em dia.

A implementação das medidas referidas foi sendo realizada mais numa perspectiva de bom senso do que propriamente de implementação de uma metodologia específica pré-determinada. Segue-se uma breve explicação que apresenta em que medidas os oito pilares do TPM se enquadram na realidade da Celbi.

4.2.1. MANUTENÇÃO AUTÓNOMA

Este pilar verifica-se na medida em que se efectua hoje em dia na Celbi, uma manutenção preventiva, numa primeira linha, pelos operadores das instalações, nomeadamente através de inspecções e implementação de medidas preventivas que estejam ao seu alcance.

4.2.2. MANUTENÇÃO PLANEADA

A manutenção planeada é o tema principal deste relatório, sendo que se encontra presente praticamente desde sempre nesta organização.

4.2.3. MELHORIAS INDIVIDUALIZADAS

Existem dois motivos principais para se efectuar melhorias numa máquina ou sistema: aumentar a sua capacidade produtiva e/ou procurar prolongar o seu tempo de vida útil, evitando falhas durante esse período de tempo.

Nesse sentido, são realizadas semanalmente, por zona, reuniões de fiabilidade nas quais participam elementos da produção, do SMM e do SMEAS. Nelas são discutidas soluções para problemas recorrentes e formas de tornar os processos mais eficientes.

No que respeita ao investimento em aumentos de produção, a Celbi tem-nos feito constantemente, ao longo da sua existência, como foi mencionado nos capítulos e secções anteriores.

4.2.4. CONTROLO INICIAL

O comissionamento é um processo que tem como objectivo assegurar que os sistemas e equipamentos sejam projectados, instalados, testados, operados e mantidos de acordo com os requisitos operacionais e necessidades da organização. Este controlo está presente na Celbi, nomeadamente, no decorrer de todos os projectos de expansão efectuados, e mais recentemente no C17. É importante para a empresa, e em especial para a Manutenção, que um equipamento seja instalado correctamente, de modo a otimizar a sua operação e manutenção.

4.2.5. MANUTENÇÃO E QUALIDADE

A manutenção e a qualidade estão, como se verificou, directamente relacionadas. Assim sendo, indo de encontro ao ponto das melhorias individualizadas, as reuniões de fiabilidade semanais acabam por reflectir o objectivo de manter a qualidade dos produtos acabados, tendo em consideração a manutenção.

4.2.6. FORMAÇÃO E TREINO

Este pilar tem, no SMEAS, extrema importância, pelo que é largamente implementado. Com efeito, a formação tanto técnica como de segurança dos colaboradores desempenha um papel de relevo na Manutenção da fábrica, uma vez que estes trabalham com uma variedade de equipamentos complexos, que de outra forma não estariam habilitados a operar.

Entende-se por formação o conhecimento transmitido de forma informal por outros colaboradores, ou por empresas exteriores à Celbi (normalmente representantes de marcas de equipamentos instalados na fábrica).

No que se refere este último ponto, é bastante explorado no Sector, uma vez que o relator é trabalhador da Celbi desde 2014, tendo participado em diversas formações, designadamente dos seguintes equipamentos e/ou marcas:

- Transmissor de gases iTRANS – Ffonseca, S. A.;
- SIMOCODE pro – SIEMENS, S. A.;
- Variadores de frequência ACS800 Single Drives – ABB, S. A.;
- SIMATIC S7 Service 1 - SIEMENS, S. A.;
- Variadores de frequência Vacon - Zeben Sistemas Electrónicos, Ida;
- Unidades hidráulicas Hagglunds – Bosch-Rexroth AG;

A formação dos colaboradores é crucial e reflecte-se num incremento de autonomia e rapidez na resolução dos problemas, o que se revela muito importante na filosofia de trabalho da Celbi.

4.2.7. HIGIENE, SEGURANÇA E AMBIENTE

Como em qualquer organização nos dias de hoje, existe na Celbi uma preocupação especial pela segurança e bem-estar dos colaboradores, seguindo uma perspectiva de “zero acidentes”. Para o efeito refira-se que a empresa teve recentemente um período recorde de um ano sem acidentes com baixa.

No que ao ambiente diz respeito, a empresa tem vindo a apostar em diferentes certificações, sendo que foi uma das primeiras empresas nacionais do ramo a submeter-se com aprovação às seguintes normas:

- Sistemas de Gestão Ambiental – ISSO 14001;
- Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho – OHSAS 18001;
- *Forest Stewardship Council (FSC)* – Cadeia de responsabilidades.

4.2.8. TPM NOS ESCRITÓRIOS

No sentido de as políticas de melhoria contínua serem transversais a toda a organização, verifica-se também este tipo de preocupação com a eficiência nos escritórios.

Como será referido no ponto seguinte, a implementação das medidas organizacionais mencionadas aplicam-se também aos escritórios.

4.3. PROJECTO FUTURO (CELBI/KAIZEN)

No último ano, a Celbi desenvolveu uma parceria com o Kaizen Institute, com vista a otimizar os seus custos/benefícios, através da implementação de medidas organizacionais de melhoria contínua transversais a todas as áreas da organização.

Como se observou anteriormente, esta técnica consiste na participação de toda a organização na melhoria contínua. Para o referido efeito, implementaram-se quadros de equipa em vários sectores, sendo que o objectivo é expandir este projecto a toda a organização, desde as equipas operacionais, passando pela supervisão, até ao topo da administração.

Estes quadros de equipa são padronizados, sofrem unicamente alguns ajustes consoante as características e objectivos de cada equipa. Na equipa de supervisão do SMEAS, da qual o relator faz parte, embora se esteja numa fase muito precoce, o quadro é composto pelos seguintes campos:

- Quadro PDCA, no qual são referenciados problemas para a equipa ou problemas que provêm da equipa do patamar inferior. A partir da informação constante deste quadro, é tomada a decisão de resolver internamente ou de passar o problema para o patamar acima, caso este seja muito complexo;
- Quadro de problemas frequentes, no qual se referem os problemas que a equipa considere recorrentes, registando cada ocorrência e tomando medidas a partir daí;
- Agenda semanal, com os nomes de cada elemento na equipa, onde se referem apenas situações que escapam ao trabalho do dia-a-dia, como por exemplo reuniões ou formações;
- Secção de assuntos pendentes, que aguardam decisão por falta de material ou verba ou dada a complexidade do problema;
- Indicadores de desempenho ou KPI, que nesta fase são apenas três:
 - OEs sem relatório, indicador analisado diariamente;
 - OEs com mudança de prioridade, isto é, que passam de urgentes (prioridades 3 e 4) a não urgentes (prioridade 1 e 2, PP e PA), indicador analisado quinzenalmente (ver anexo 7);
 - Taxa de cumprimentos dos planos de manutenção, ou seja, análise do cumprimento efectivo dos trabalhos preventivos já referidos anteriormente. Indicador analisado mensalmente.

Embora este projecto se encontre implementado em outras áreas há algum tempo, ainda se encontra numa fase embrionária no SMEAS, pelo que é difícil tecer conclusões acerca do mesmo.

Apresenta-se na figura 21 o quadro da equipa de supervisão do SMEAS.



Figura 21 – Quadro da equipa de supervisão do SMEAS.

5. ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

Como referido anteriormente, o relator desempenha actualmente funções na Celbi como Auxiliar de Preparação e Programação no SMEAS (Automação e Instrumentos) desde 2014, pelo que não se tratou de um estágio comum. O presente capítulo pretende enumerar algumas tarefas desempenhadas pelo relator na área da Preparação do SMEAS.

Para além destas, existem situações pontuais, nomeadamente PPs ou PAs, em que o relator exerce funções de coordenação de trabalhos, devido ao seu volume face à pequena quantidade de técnicos disponíveis para os coordenar.

5.1. PREPARAÇÃO DE TRABALHOS DE MANUTENÇÃO

Esta é, evidentemente, a tarefa mais importante do preparador. Consiste na preparação de todos os trabalhos das zonas 1 e 2 não urgentes destinados ao SMEAS, nomeadamente, com prioridades 1, 2, PP e PA. Esta preparação implica, como referido anteriormente, outras tarefas para além da abertura da OE, sendo elas:

- Coordenação com a Produção no sentido de definir a data e a hora de execução do trabalho;
- Deslocação ao local e averiguação de necessidade de plataforma de acesso e/ou outros meios necessários à execução do trabalho;
- Impressão dos desenhos necessários à execução do trabalho;
- Verificação da existência de material em armazém e respectivo pedido de compra, caso necessário;
- Adjudicação do serviço, caso se verifique.

Esta tarefa é a que acaba por ocupar mais tempo, e ao mesmo tempo, a que é menos previsível, uma vez que depende dos pedidos da produção.

5.2. PLANOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Como referido anteriormente, são entregues semanalmente ao chefe de equipa um conjunto de ordens de execução referentes a trabalhos preventivos a efectuar com determinada periodicidade, a maioria das quais são preparadas pelo relator. Estas OE encontram-se pré-preparadas e são geradas para o número de dias pretendidos. Assim sendo, o relator é responsável por apresentar a programação dos seguintes trabalhos de manutenção, alguns dos quais já referidos anteriormente:

- Analisadores – rotina semanal, sendo que alguns são executados quinzenalmente;
- Transmissores de PH/conductividade – rotina mensal;
- Sistemas de lubrificação centralizada – rotina mensal;
- Limpeza das tomas de pressão – rotina mensal;
- Beneficiação da instrumentação dos potes das cinzas – rotina quinzenal;
- Colhedor de amostras do efluente final – rotina mensal;
- Aferição de manómetros – rotina anual, sendo eles divididos ao longo do ano;
- Níveis do tanque de dissolução – rotina mensal;
- Calibração dos detectores de gases nas caldeiras – rotina semestral;
- Estação meteorológica – rotina semestral;
- Verificação da pressão dos acumuladores de azoto da unidade hidráulica do difusor 2 – rotina mensal.

5.3. ACTUALIZAÇÃO DO ARQUIVO DE INSTRUMENTOS

O SMEAS possui um arquivo de desenhos eléctricos, denominados por desenhos de *loop* (ver anexo 8), nos quais se encontram as ligações, endereços Profibus, *range* e tipo de equipamento de cada uma das localizações da fábrica. Por sua vez, cada localização no sistema MAXIMO deve estar actualizada com os dados supracitados, bem como com o código de armazém do equipamento de reserva, caso exista. Todos estes dados são importantes no sentido em que serão consultados pela execução no caso de uma avaria, com o intuito de facilitar a sua resolução, pelo que devem estar sempre actualizados e correctos.

Neste sentido, o SMEAS encontra-se a realizar uma campanha de *backups* das configurações dos instrumentos instalados, que consiste em ligar-se a cada um deles e extrair toda a sua configuração. Este trabalho é realizado por um elemento da equipa de executantes dedicado, que coloca o ficheiro de dados (ver anexo 9) extraído do instrumento em causa na rede interna. A verificação da correspondência dos dados com o sistema MAXIMO e com os desenhos é efectuada pelo relator, que procede às devidas alterações, caso estas sejam necessárias.

Sempre que surja uma alteração num desenho de *loop* (pedido de alteração de *range*, colocação de um equipamento fora de serviço, instalação pontual de equipamentos pela Manutenção), é efectuada a alteração manualmente, e enviada uma cópia à DTE, para que o desenhador proceda à alteração definitiva.

Com o decorrer dos vários projectos de expansão da fábrica, e mais recentemente com o C17, cabe ao relator inserir todas as localizações no MAXIMO, com as respectivas especificações, bem como arquivar os desenhos de *loop* vindos da DTE.

5.4. PEDIDOS DE CODIFICAÇÃO DE ARTIGOS

Com a implementação de projectos de aumento de capacidade de produção, como referido anteriormente, e conseqüente instalação de novos equipamentos, existe uma grande quantidade de pedidos de codificação de artigos a efectuar. Para além disso, como será referido no capítulo 5.5. existem determinadas compras que são efectuadas directamente pela preparação, procedendo-se posteriormente à devolução dos artigos ao armazém, ou por não ter havido necessidade de os utilizar, ou por não ter havido possibilidade da parte da produção de os instalar.

Este processo consiste no preenchimento de uma ficha técnica de artigo (ver anexo 10) com todas as características necessárias para proceder à sua compra, bem como à pesquisa da documentação necessária. Assim sendo, numa ficha técnica devem constar os seguintes itens:

- Descrição curta do artigo em português e em inglês (até 40 caracteres);
- Descrição longa e detalhada do artigo;
- Todas as referências necessárias à realização da compra;
- Fornecedor do equipamento;
- Indicação da quantidade de reservas que devem ficar em armazém;
- Documentação técnica anexa.

Após este preenchimento, a ficha técnica é colocada na rede e aprovada, sendo posteriormente atribuído um código de armazém ao artigo.

5.5. APOIO AO PREPARADOR

A equipa de preparação de Automação e Instrumentação é composta actualmente por dois elementos: o autor deste relatório e o Preparador, responsável pela zona 3 e oficina de instrumentos. Assim, apesar das tarefas se encontrarem delineadas quase na sua totalidade, o trabalho de um acaba por fazer parte do trabalho do outro, existindo assim uma política de ajuda entre ambos.

Assim sendo, o apoio prestado pelo relator acaba por incidir sobretudo na preparação de trabalho da oficina, nomeadamente na compra directa de material para reparação de equipamentos (conjuntos de selagem para válvulas, componentes electrónicos, etc.), e respectiva ficha técnica, caso a equipa considere necessário ter o artigo em armazém.

6. CONCLUSÕES

A manutenção assume-se como sendo uma função preponderante para enfrentar os desafios impostos pelos mercados actuais, no reforço da competitividade da empresa, na qualidade dos seus produtos e serviços, na flexibilidade dos seus processos e na formação dos seus colaboradores.

Nos últimos anos, temos assistido a um desenvolvimento em larga escala da manutenção, mais especificamente no que diz respeito a novas estratégias de gestão, no sentido de proporcionar um menor impacto ambiental, uma maior segurança e, sobretudo, uma melhor qualidade dos produtos ou serviços prestados. Assim sendo, os modelos TPM e RCM acabam por ser os mais utilizados em diversos tipos de indústria, baseando-se na optimização da relação custo/eficácia. A implementação destes modelos promove uma mudança considerável nas políticas de manutenção, dando ênfase a uma cultura de manutenção proactiva e de melhoria contínua, em oposição à tradicional manutenção correctiva.

O exercício profissional, como técnico de manutenção numa empresa cuja actividade está focalizada na produção de pasta de papel e energia eléctrica, levou a que tenha tido a vontade de prosseguir a minha formação académica. Nesse sentido, a escolha acabou por recair no Mestrado em Engenharia Electrotécnica, ministrado pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, tendo em consideração a sua natureza multidisciplinar.

Na concepção do plano de trabalhos do estágio, anteriormente apresentado, foi definido como objectivo principal o aprofundamento da formação do estagiário em contexto de trabalho. Para o efeito, foi solicitada a documentação das acções de manutenção executadas durante o período de estágio. Como objectivo secundário, pretendeu realizar-se um estudo relativamente aos métodos e políticas de manutenção existentes, e em que medida estes se aplicam na empresa.

Assim sendo, no capítulo 2 efectuou-se uma análise do estado da arte da manutenção, que inclui o seu enquadramento histórico e no qual são destacados algumas metodologias de manutenção e sua evolução ao longo do tempo. Entre elas refiram-se as metodologias TPM e RCM, bem como os modelos que delas derivam, uma vez que são das mais implementadas na indústria mundial, devido à sua orientação para a eficiência e para a fiabilidade.

No capítulo 3 é apresentada a empresa de acolhimento do estágio, a Celbi, através de um breve enquadramento histórico. De seguida, são descritos os seus processos e as suas áreas funcionais. Trata-se de uma empresa líder na produção de pasta de papel de fibra curta, produzindo em paralelo energia eléctrica, através da rentabilização do seu processo principal. Refira-se ainda que os projectos de expansão da empresa conduziram à necessidade de adoptar políticas de manutenção adequadas a uma realidade diferente e mais competitiva.

O referido estágio foi realizado no SMEAS, sector no qual o relator exerce a sua actividade profissional.

No capítulo 4 é efectuada uma análise da gestão da manutenção na Celbi, mais especificamente no SMEAS, no sentido de enquadrar as políticas adoptadas pelo sector em questão com as metodologias descritas no capítulo 2. Entre outros, são apresentados os tipos de trabalhos de manutenção realizados, designadamente os de paragens programadas, paragens anuais e com a instalação em funcionamento, utilizando os documentos RT e OE apresentados em anexo, e fazendo referência à atribuição de prioridades aos referidos trabalhos. São também referidas as ferramentas de apoio ao planeamento da manutenção, nomeadamente os sistemas MAXIMO e SAP.

Neste capítulo é realizada uma breve apresentação do projecto Kaizen, o qual se encontra numa fase embrionária de implementação no SMEAS. Uma das ferramentas de trabalho é o quadro de equipa, no qual se apresentam, entre outros, os indicadores chave, a agenda da equipa e os problemas mais frequentes. Verifica-se que este projecto tem vindo a trazer melhorias no sector, nomeadamente na organização do trabalho a realizar diariamente, e no envolvimento de toda a estrutura, desde os executantes até às chefias.

No capítulo 5 foram descritas as principais tarefas efetuadas durante o período do estágio, no que concerne à manutenção dos equipamentos e sistemas anteriormente descritos. Neste capítulo apresentam-se também as principais funções desempenhadas pelo relator. Tendo em conta que este exerce a sua actividade profissional na empresa, o mesmo teve um acréscimo de responsabilidade e autonomia relativamente ao habitual.

Numa análise global, conclui-se que a frequência do Mestrado em Engenharia Electrotécnica possibilitou a consolidação dos conceitos aprendidos no decurso do desempenho da função do relator, e vice-versa, na medida em que o desempenho de uma actividade profissional acaba também ele por proporcionar uma aplicação prática dos conceitos ministrados.

7. REFERÊNCIAS

Bohoris, G., Vamvalis, C., Trace, W., Ignatiadou, K. 1995, TPM implementation in Land-Rover with the assistance of a CMMS, MCB University Press Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 1;

Cabral, J. P. S. 2004, Organização e Gestão da Manutenção: dos Conceitos à Prática, Lisboa: Lidel Edições Técnicas;

Cabrita, C. M. 2009, Filosofias Produção Magra, Seis Sigma, Sigma Magra, Manutenção Magra, Six Sigma Business Scorecard, Six Sigma Maintenance Scorecard. Mestrados e Engenharia Electromecânica, Engenharia Electrotécnica, Engenharia Mecânica, Engenharia e Gestão Industrial. Universidade da Beira Interior.

Cabrita, C. M. P. 2003, TPM Manutenção Produtiva Total – Teoria, Métodos, Indicadores de Desempenho, Mestrado em Sistemas de Controlo e Manutenção Industrial, Unidade Científica e Pedagógica de Ciências de Engenharia, Universidade da Beira Interior;

Cabrita, C. M. P., Silva, C. M. I. 2002, Organização e Gestão da Manutenção Industrial, Unidade Científica e Pedagógica de Ciências de Engenharia, Universidade da Beira Interior;

Cardoso, P. M. B. F. 1999, TPM – Uma Filosofia de Futuro – Análise e Implementação de TPM em Unidade Industrial, Mestrado em Manutenção Industrial, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;

Celulose Beira Industrial S. A. 2016, Declaração Ambiental 2015;

Celulose Beira Industrial S. A. 2016, Fibra Nova nº20 - Outubro 2016;

Dennis, P. 2007, Produção Lean Simplificada, tradução de Garcia, R. A. N., Bookman;

Dias, J. M. R. 2003, A Gestão da Manutenção em Portugal, Mestrado em Gestão e Estratégia Industrial, Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa;

Farinha, J. M. T. 2011, Manutenção: A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão, Monitor – Projectos e Edições Lda.;

Ferreira, L. A. 1998, Uma Introdução à Manutenção, Porto: Publindústria, Edições Técnicas;

<http://www.altri.pt/>

<http://www.celbi.pt/>

<https://www.ibm.com/>

Husband, T. M. 1976, Maintenance Management and Terotechnology, Westmead: Saxon House;

Kume, H. 1985, Statistical Methods for Quality Improvement, AOTS, Tokyo;

Lopes, R., Neto, C., Pinto, J. P. 2006, Quick Changeover – Practical Application of method SMED, Tecnometal;

Monchy, F. 1989, La Fonction Maintenance. Formation à la gestion de la maintenance industrielle, Paris: MASSON;

Nakajima, S. 1988, Introduction to Total Productive Maintenance (TPM), Protland, OR: Productivity Press;

NP EN 13306:2007, Terminologia da manutenção. Instituto Português da Qualidade;

NP EN 15341:2009, Manutenção: Indicadores de Desempenho da Manutenção (KPI), Instituto Português da Qualidade;

Osborn, A. F. 1963, Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-solving, Charles Scribner's Sons;

Pinto, C. V. 2002, Organização e Gestão da Manutenção, 1ª edição, Portugal;

- Rama, R. M. T. C. 2012, Planos de Inspeção de 1ª linha no Planeamento da Manutenção de uma empresa de Celulose, Universidade do Minho;
- Ramos, P. G. D. 2012, Organização e Gestão da Manutenção Industrial, Universidade da Beira Interior;
- Rodrigues, P. N. 2010, Filosofia Lean na ILHAPLAST, Universidade de Aveiro;
- Shingo, S. 1985, A Revolution in Manufacturing: the SMED System, Cambridge, Massachusetts and Norwalk: Productivity Press;
- Shingo, S. 1996, O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção, Bookman, Porto Alegre;
- Souris, J. 1992, Manutenção Industrial: Custo ou Benefício?, Lidel, Edições Técnicas;
- Takahashi, Y. 1981, Total Productive Maintenance, a new task for plant managers in Japan, Terotechnology, Vol. 2.
- Tapping, D. 2008, The Simply Lean Pocket Guide – Making Great Organizations Better through Plan-Do-Check-Act (PDCA) Kaizen Activities, MCS Media, Inc.

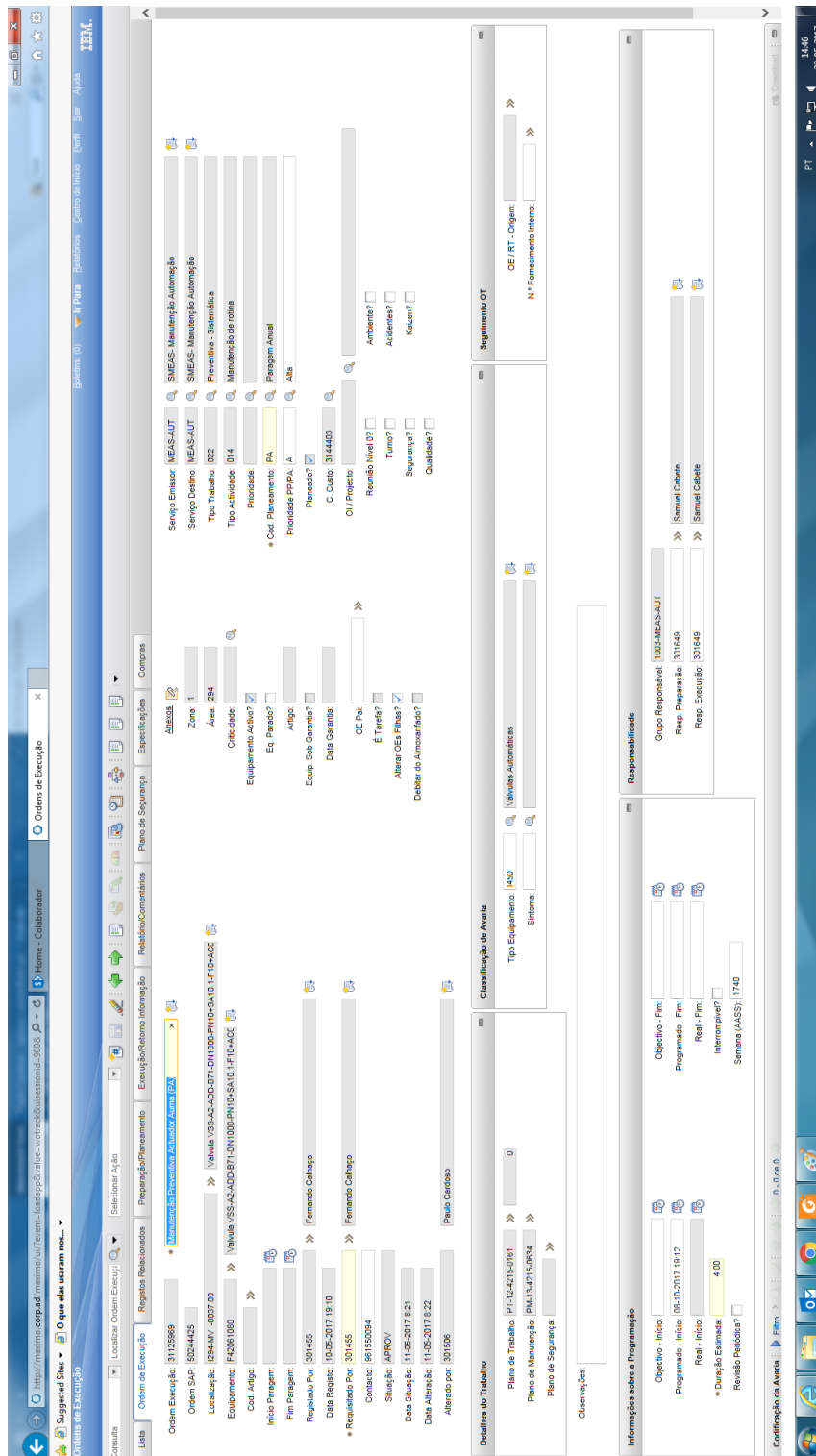
8. ANEXOS

ANEXO 1 – ORGANIZAÇÃO DA CELBI POR ÁREAS

Zona 1		Zona 2	
100	Fábrica Geral	311	Manuseamento e armazenagem de madeira
111	Área da fábrica	321	Preparação de madeiras - linhas 1 e 2
121	Terrenos e estradas	322	Preparação de madeiras - linha 3
131	Esgotos e efluentes	323	Descasque e tratamento de resíduos
132	Aterro controlado	324	Preparação de madeiras - linha 5
133	Compostagem	325	Recepção e armazenagem de aparas
135	Emissário submarino		
141	Protecção contra incêndios	Zona 3	
200	Produção geral	411	Pré-evaporação
211	Escritórios, laboratórios e cantina	412	Digestor
221	Armazém geral	421	Lavagem, crivagem, deslenhificação e oxigénio
230	Escritórios da Produção e Manutenção	432	Branqueamento
231	Oficina Mecânica	611	Soda Cáustica
232	Oficina Eléctrica	621	Dióxido de Cloro
233	Oficina Instrumentos	631	Hipoclorito de Sódio
234	Oficina Civil	641	Oxidação de licor branco
235	Pintura	661	Peróxido de Hidrogénio
236	Oficina Plásticos	812	Depuração de Pasta
237	Oficina Electrónica	852	Máquina de Secagem
238	Oficina Auto	873	Linha de acabamentos nº3
261	Armazém de fuel	874	Linha de acabamentos nº4
262	Abastecimento de gás natural	891	Armazenagem de pasta
271	Abastecimento e distribuição de água	892	Lamas, lixeira e nós
281	Auxiliares central de energia		
283	Caldeira auxiliar		
284	Recepção e armazenagem de biomassa		
285	Caldeira a biomassa		
291	Produção e distribuição de energia - BT		
293	Produção e distribuição de energia - MT		
294	Turbogerador nº4		
295	Turbogerador nº5		
296	Turbogerador nº6		
452	Evaporação		
463	Caldeira de recuperação (recox)		
471	Caustificação		
482	Forno da cal		

ANEXO 2 – ORDEM DE EXECUÇÃO

Ordem de execução – menu principal:



Ordem de execução – Tarefas e mão-de-obra:

The screenshot displays a web-based application interface for managing execution orders. At the top, a browser window shows the URL and navigation tools. Below the browser, there is a search bar with the text 'Site: 1003' and a dropdown menu for 'Situação' set to 'APROV'. The main content area is divided into two sections: 'Tarefas da Ordem de Execução' and 'Mão-de-obra'.

Tarefas da Ordem de Execução

ID.Taref.	Quant.	Descrição	Quant. C.O.	Índice Planificado	Fin. Planificado	Situação
10	1	Consignação do equipamento	3142301	10-05-2017 0.00	10-05-2017 0.00	APROV
20	1	Beneficiação geral do actuador auma	3144403	10-05-2017 0.00	10-05-2017 0.00	APROV
30	1	Montar acedante	3144403	10-05-2017 0.00	10-05-2017 0.00	APROV
40	1	Desmontar acedante	3144403	10-05-2017 0.00	10-05-2017 0.00	APROV

Mão-de-obra

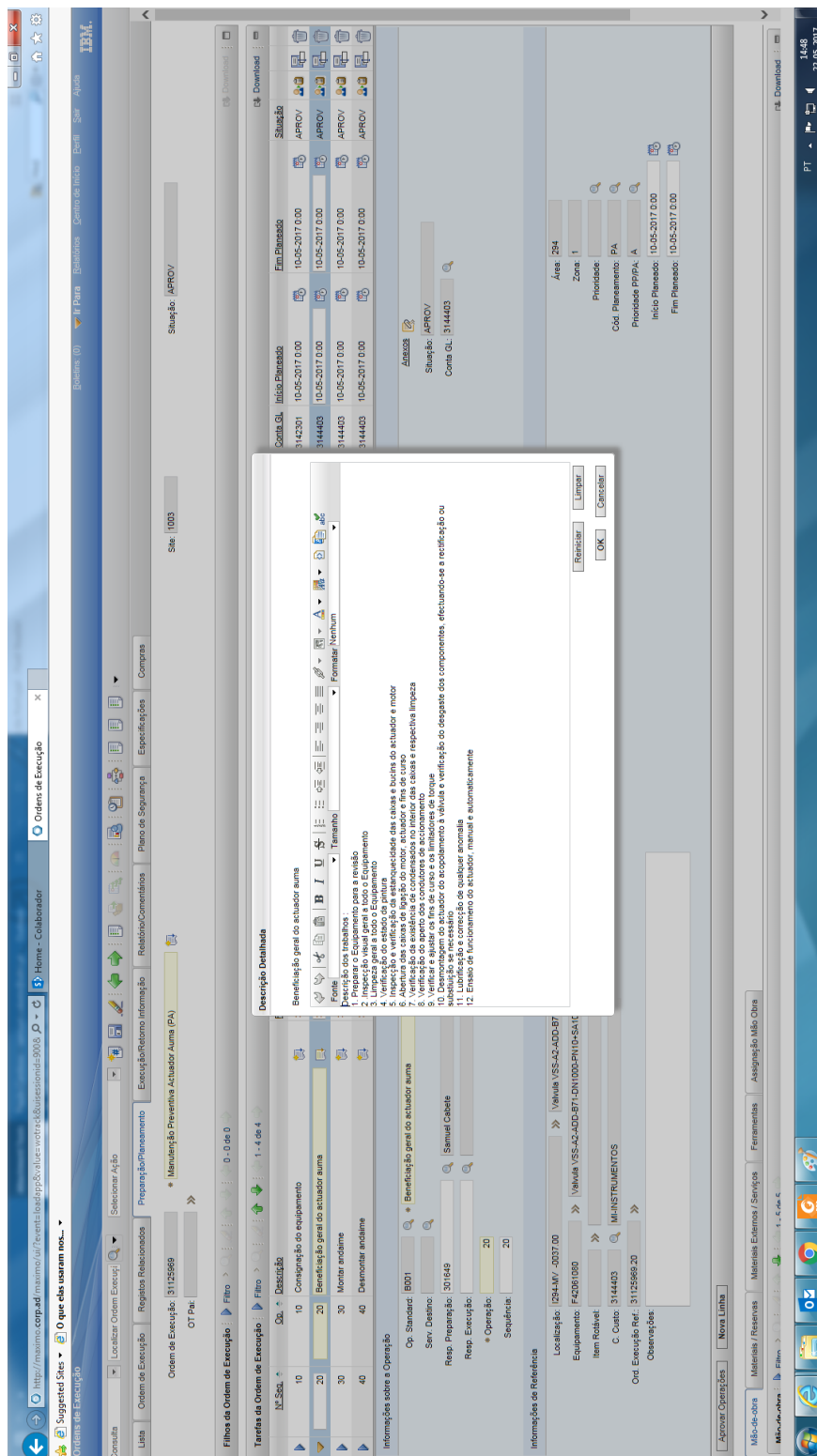
Índice	Categoria	Quant.	Índice de Obra	Horas Normais	Índice	Line Cost	Nível de Qualificação	Empresário
10	PIZ	1		0.00		0.00		
20	IO1	1		4.00	18.70	74.800		
20	IO3	1		4.00	0.00	0.00		
30	A01	1		0.00	0.00	0.00		
40	A01	1		0.00	0.00	0.00		

Ordem de Execução – Campos de preenchimento das tarefas:

The screenshot displays a web-based interface for managing execution orders. At the top, there is a navigation bar with options like 'Ordens de Execução' and 'Compras'. Below this, a table lists tasks with columns for 'Ordem de Execução', 'Res. Precisação', 'Res. Execução', 'Durção', 'C. Custo', 'Descrição', 'Conta G.L.', 'Início Planeado', 'Fim Planeado', and 'Situação'. The table shows three tasks related to 'Beneficição geral do actuator suma' and 'Montar andaine'.

Below the table, there are sections for 'Informações sobre a Operação' and 'Informações de Referência'. The 'Informações sobre a Operação' section includes fields for 'Op. Standard', 'Serv. Destino', 'Resp. Preparação', and 'Resp. Execução'. The 'Informações de Referência' section includes 'Localização', 'Equipamento', 'Item Referência', 'C. Custo', and 'Ord. Execução Ref.'. There are also search icons and dropdown menus for various fields.

Ordem de execução – Descrição detalhada da tarefa:



ANEXO 3 – REQUISIÇÃO DE TRABALHO

Dados de Registro Requisitante

Data de Registro: 22.05.2017 11:17
 Registrado Por: 360036
 Nome: Operador Chefe da Máquina da Prata
 Telefone: 43331
 Endereço E-mail: operador_chefe_maq_prata@ghil.pt

Dados da Requisição de Trabalho



Data de Registro: 22.05.2017 11:17
 Requisição Por: 301455
 Nome: Pedro Ferreira
 Telefone:
 Endereço E-mail:
 Serviço Emissor: DPP
 Departamento de Produção de Placa
 Situação: AUT_N1
 Site: 1003

Detalhes da Requisição de Trabalho

Descrição: Fuga na validade de controlo de nível
 Localização: 8524LC-0450
 Zona: 3
 Área: 852
 Fonte: Nível Tanque Filtro 1º 2º Pressas
 Equipamento: Eq. Prando?
 Detalhes:
 Revisão Nível D7
 Segurança?
 Qualidade?
 Ambiente?
 Acidente?
 Kaizen?
 Serviço Destino: SIMEAS-Manutenção Automação
 Data de Início Solicitada:
 Data de Fim Solicitada:

ANEXO 4 – PROGRAMA DE TRABALHOS – ANALISADORES

CELBI Dir. Industrial DMI-S.M.E.A.S.		Programa de Trabalhos S.M.E.A.S.-ANALISADORES/P.M.P. Semana 20 de 2017										celbi				
ID	O. Exec.	Localização	Interve.	Descrição dos Trabalhos	Freq.	Duração	Início	Fim	15 May '17	M	T	W	T	F	S	S
1	31125913	131-QC-0563	EA	Inspeccionar e limpar a sonda	Semanal	1 hr	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17								
2	31125914	131-QC-0564	EA	Inspeccionar e limpar a sonda	Semanal	1 hr	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17								
3	31125915	131-QC-0569	EA	Inspeccionar e limpar a sonda	Semanal	1 hr	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17								
4	31125909	271-QI-0062	EA	Inspeccionar e calibrar analisador	Semanal	1 hr	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17								
5	31125910	271-QI-0063	EA	Inspeccionar e calibrar analisador	Semanal	1 hr	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17								
6	31125911	271-QI-0064	EA	Inspeccionar e calibrar analisador	Semanal	1 hr	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17								
7	31125912	271-QI-0065	EA	Inspeccionar e calibrar analisador	Semanal	1 hr	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17								
8	31125908	281-QI-0124	EA	Inspeccionar e calibrar analisador	Semanal	1,5 hrs	Mon 15-05-17	Mon 15-05-17								
9	31125928	285-QI-0189	EA	Inspeccionar analisador	Quinzenal	2 hrs	Thu 18-05-17	Thu 18-05-17								
10	31125916	285-QI-0424	EA	Inspeccionar e calibrar analisador	Semanal	0,5 hrs	Thu 18-05-17	Thu 18-05-17								
11	31123953	285-QI-0427	EA	Calibração P.O.M.	Semanal	0,5 hrs	Thu 18-05-17	Thu 18-05-17								
12	31125923	285-QI-0428	EA	Inspeccionar e calibrar analisador	Semanal	0,5 hrs	Thu 18-05-17	Thu 18-05-17								
13	31125924	421-QI-0616	EA	Inspeccionar analisador	Semanal	3 hrs	Fri 19-05-17	Fri 19-05-17								
14	31125917	463-QI-0774	EA	Inspeccionar analisador	Quinzenal	2 hrs	Thu 18-05-17	Thu 18-05-17								
15	31125929	463-QI-0969	EA	Inspeccionar analisador	Quinzenal	2 hrs	Thu 18-05-17	Thu 18-05-17								
16	31125926	463-QI-1469	EA	Inspeccionar analisador	Semanal	1 hr	Mon 15-05-17	Mon 15-05-17								
17	31125927	463-QI-1471	EA	Inspeccionar analisador	Semanal	1 hr	Mon 15-05-17	Mon 15-05-17								
18	31125906	471-QI-260	EA	Inspeccionar analisador	Bisemanal	3 hrs	Mon 15-05-17	Mon 15-05-17								
19	31125907	471-QI-260	EA	Inspeccionar analisador	Bisemanal	2 hrs	Wed 17-05-17	Wed 17-05-17								
20	31125919	482-QI-0133	EA	Calibração P.O.M.	Semanal	1,5 hrs	Wed 17-05-17	Wed 17-05-17								
21	31125920	482-QIC-134	EA	Calibração P.O.M.	Semanal	1,5 hrs	Wed 17-05-17	Wed 17-05-17								
22	31125921	482-QI-0221	EA	Inspeccionar analisador	Semanal	1,5 hrs	Wed 17-05-17	Wed 17-05-17								
23	31125918	482-QI-0226	EA	Inspeccionar analisador	Quinzenal	1,5 hrs	Wed 17-05-17	Wed 17-05-17								
24	31125930	482-QI-0528	EA	Inspeccionar analisador	Quinzenal	1,5 hrs	Wed 17-05-17	Wed 17-05-17								
25	31125925	852-QCS-883	EA	Inspeccionar analisador	Semanal	2 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17								

T. Prep. Prog.  Aprovado  Rev. _____

L. Dist: CVZ, VL, JT, P, J, N, A, S, P, C, P, F, H, C, L, M, L, A, S, P, M, E, P, P, P, A, F, L, S, F, C, S, C, M, A, J, C, L, H, V, A, S, J, G, T, M, J, S, F, A, F, N, P, A, J

ANEXO 5 – PROGRAMA DE TRABALHOS – LIMPEZA DAS TOMAS DE PRESSÃO

CELBI Dir. Manutenção DMI-S.M.E.A.S.		Programa de Trabalhos S.M.E.A.S.-Limpeza Tomas Pressão Semana 20 a 23 de 2017										
ID	O. Exec.	Localização	Interv.	Descrição dos Trabalhos	Duração	Início	Fim	Executante	15 May '17	22 May '17	29 May '17	05 Jun '17
									M T W T F S S	M T W T F S S	M T W T F S S	M T W T F S S
1	31125525	463-PD-0709	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
2	31125527	463-PD-0708	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
3	31125529	463-PD-0702	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
4	31125531	463-PD-0701	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
5	31125533	463-PD-0698	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
6	31125535	463-PD-0697	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
7	31125537	463-PH-0783	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
8	31125538	463-PH-0782	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
9	31125539	463-PH-0781	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
10	31125540	463-PH-0716	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
11	31125541	463-PH-0735	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
12	31125542	463-PH-0755	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
13	31125544	463-PH-0715	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
14	31125545	463-PH-0734	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
15	31125546	463-PH-0754	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
16	31125547	463-PH-0694	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
17	31125551	463-PH-0695	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
18	31125555	463-PH-0696	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
19	31125559	463-PD-0796	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
20	31125561	463-PDI-0797	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
21	31125563	463-PDI-0798	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
22	31125565	463-PDI-0799	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 16-05-17	Tue 16-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
23	31125548	463-PH-0694	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 23-05-17	Tue 23-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
24	31125549	463-PH-0694	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 23-05-17	Tue 23-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
25	31125552	463-PH-0695	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 23-05-17	Tue 23-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
26	31125526	463-PD-0709	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
27	31125528	463-PD-0708	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
28	31125530	463-PD-0702	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
29	31125532	463-PD-0701	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
30	31125534	463-PD-0698	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
31	31125536	463-PD-0697	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
32	31125549	463-PH-0694	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
33	31125557	463-PH-0696	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
34	31125563	463-PH-0695	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
35	31125560	463-PDI-0796	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
36	31125562	463-PDI-0797	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
37	31125564	463-PDI-0798	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
38	31125566	463-PDI-0799	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 30-05-17	Tue 30-05-17	Serr DLE	Serr DLE			
39	31125550	463-PH-0694	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 06-06-17	Tue 06-06-17	Serr DLE	Serr DLE			
40	31125558	463-PH-0696	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 06-06-17	Tue 06-06-17	Serr DLE	Serr DLE			
41	31125554	463-PH-0695	EA	463-Limpeza das Tomas de Pressão	0,5 hrs	Tue 06-06-17	Tue 06-06-17	Serr DLE	Serr DLE			

T.Prep. Prog. Rev.0
Aprovado

L.Dist: CVZ.VL.JT.PJ.NAS.PC.EP.PP.AF.LS.FC.SG.JG.MA.JCL.HV.AS.TML.LAS.JS.FN.PAU.FA.HC

ANEXO 6 – FOLHA DE REGISTO POM

Celulose Beira Industrial (CELBI), SA		Operações Metrologicas INFORMAIS						celbi									
Direcção Industrial		GAMA DE TRABALHO		PADRÃO		VALORES DE MEDIÇÃO		ERRO DE MEDIÇÃO		MEDIÇÃO APÓS AJUSTE		ERRO MÁXIMO ADMISSÍVEL		DATA			
Localização		Valor	Unidade	Valor	Unidade	Valor	Unidade	Valor	Unidade	Valor	Unidade	Valor	Unidade	Valor	Unidade	Valor	Unidade
482 QI 0133	Concentração de CO nos gases do Forno	3000	ppm	2500	ppm	2400	ppm	-50		274	ppm	+01		5% <=> 150 ppm		11-05-2017	RUBRICA
CAL																	
482 QIC 0134	Teor de Oxigénio nos gases do Forno	21	%	21	%	27	%	6		27	%			10% <=> 2.1% [O2]		11-05-2017	RUBRICA
CAL																	

Responsável Manutenção _____

Trabalho Autorizado: SIM NÃO

data 2017/05/14

Rubrica: _____

Trabalho Iniciado: 11/05/2017

Trabalho Concluído: 11/05/2017

Executante: _____

Tempo Real: 15h

PERIODICIDADE: **Semanal**

Pág. 1 de 1

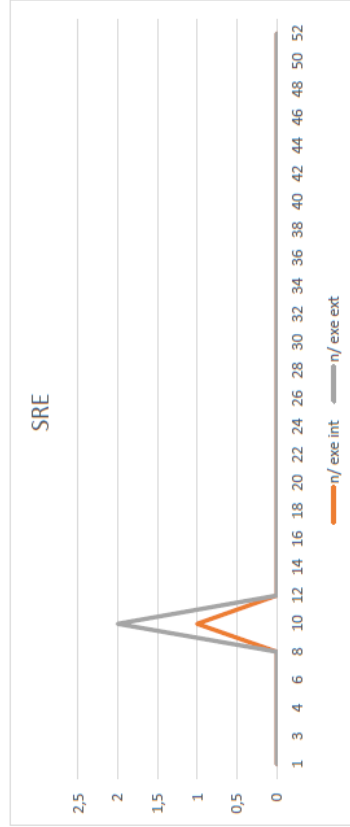
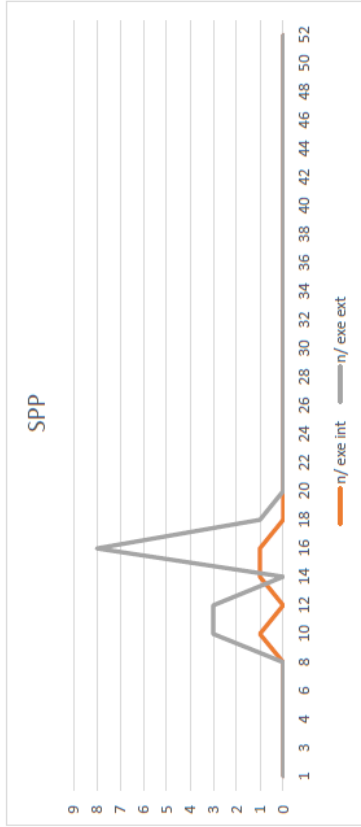
ANEXO 7 – INDICADOR: OE COM MUDANÇA DE PRIORIDADE

Frequência:
 Quinzenal
Quem actualiza:
 FN/SC/TP
Origem:
 Semanas 18 e 19

OE c/ mudança de prioridade

Descrição:
 OEs de Prioridade 3/4 que passem p/
 1/2/PP/PA

IMPACTO:
 Qualidade
 Eficiência
 Nivel de Serviço
 Segurança
 Ambiente



ANEXO 9 – BACKUP DO INSTRUMENTO 463-FT-05517

Nota: Este anexo inclui apenas uma parte do documento em questão.

Field Device Manager	
DEVICE DOCUMENTATION	
FD:463-FT-0551	
Deltabar S	
463-FT-0551	
Print time: 2017-04-24 10:37:09	
<hr/>	
Device Information	
Identifier:	FD:463-FT-0551
Name:	
Description:	
Tag:	463-FT-0551
Address:	22
Bus Protocol:	Profibus
Bus Protocol Version:	
Device Type:	Deltabar S
Device Type ID:	1542
Device Sub Type ID:	
Device Vendor:	Endress+Hauser
Device Vendor ID:	17
Device Serial Number:	A601C80109D
Device Software Revision:	04.00.10
Device Hardware Revision:	01.00.00
Save Time:	2015-04-08 14:44:36
Upload Time:	2017-04-24 10:37:06
Download Time:	2009-03-18 18:06:23
PCS:	
Process Area:	
CM:	0
CM Server:	
DPM:	0
DTM Device Type Information	
DTM Match Quality:	exact
DTM Device Type:	Deltabar S / xMD 7x / PA / V4.00.xx
DTM Device Version:	1.5.127.245
DTM Device Date:	2008-09-11
DTM Device Vendor:	Endress+Hauser
DTM Device Class:	pressure
DTM Component Information	
DTM Name:	DDCPBEHYFDT12Lib
DTM Version:	1.5.127
DTM Date:	2008-08-28
DTM Vendor:	ENDRESS+HAUSER
DTM FDT Version:	1.2.0.0

TRANSDUCER BLOCK

TB STANDARD PARAMETER

ST_REV	13	0- 65535	State: ok
TAG_DESCRIPTOR			State: ok
STRATEGY	0	0- 65535	State: ok
ALERT_KEY	0	0- 255	State: ok
TARGET_MODE	Automatic (Auto)		State: ok

BLOCK OBJECT

RESERVED	250	0- 255	State: ok
BLOCK_OBJECT	3	0- 255	State: ok
PARENT_CLASS	1	0- 255	State: ok
CLASS	7	0- 255	State: ok
DD_REFERENCE	0	0- -1	State: invalid
DD_REVISION	0	0- 65535	State: ok
PROFILE	PA, Compact Class B		State: ok
PROFILE_REVISION	3.0		State: ok
EXECUTION_TIME	0	0- 255	State: ok
NUM_OF_PARAMETER	234	0- 65535	State: ok
ADDR_OF_VIEW_1	762	0- 65535	State: ok
NUM_OF_VIEWS	1	0- 255	State: ok

MODE BLK

ACTUAL	Automatic (Auto)		State: ok
PERMITTED	8	8- 8	State: ok
NORMAL	Automatic (Auto)		State: ok

ALARM SUM

CURRENT	No Alarm	State: ok
UNACKNOWLEDGED	No Alarm	State: ok
UNREPORTED	No Alarm	State: ok
DISABLED	No Alarm	State: ok

TB PARAMETER

SENSOR PRESSURE	2.02 kPa	-10000000000- 10000000000	State: ok
-----------------	----------	---------------------------	-----------

PRIMARY VALUE

MEASURED VALUE	2.09 kPa	-10000000000- 10000000000	State: ok
MEASURED STATUS	128	0- 255	State: ok

SCALE IN

FULL PRESSURE	50.0000 kPa	-10000000000- 10000000000	State: ok
EMPTY PRESSURE	0.0000 kPa	-10000000000- 10000000000	State: ok

SCALE OUT

FULL CALIB.	50.0000 kPa	-10000000000- 10000000000	State: ok
EMPTY CALIB.	0.0000 kPa	-10000000000- 10000000000	State: ok

TEMPERATURE

SENSOR TEMP.	27.2 °C	-10000000000- 10000000000	State: ok
TEMP. STATUS	128	0- 255	State: ok

ANALOG INPUT BLOCK**AI STANDARD PARAMETER**

ST_REV	10	0- 65535	State: ok
TAG DESCRIPTOR			State: ok
STRATEGY	0	0- 65535	State: ok
ALERT_KEY	0	0- 255	State: ok
TARGET_MODE	Automatic (Auto)		State: ok

BLOCK OBJECT

RESERVED	250	0- 255	State: ok
BLOCK_OBJECT	2	0- 255	State: ok
PARENT_CLASS	1	0- 255	State: ok
CLASS	1	0- 255	State: ok
DD_REFERENCE	0	0- -1	State: invalid
DD_REVISION	0	0- 65535	State: ok
PROFILE	PA, Compact Class B		State: ok
PROFILE_REVISION	3.0		State: ok
EXECUTION_TIME	0	0- 255	State: ok
NUM_OF_PARAMETER	45	0- 65535	State: ok
ADDR_OF_VIEW_1	317	0- 65535	State: ok
NUM_OF_VIEWS	1	0- 255	State: ok

MODE BLK

ACTUAL	Automatic (Auto)		State: ok
PERMITTED	152	0- 255	State: ok
NORMAL	Automatic (Auto)		State: ok

ALARM SUM

CURRENT	No Alarm	State: ok
UNACKNOWLEDGED	No Alarm	State: ok
UNREPORTED	No Alarm	State: ok
DISABLED	No Alarm	State: ok

ANEXO 10 –FICHA TÉCNICA DE ARTIGO



FICHA DE GESTÃO DE DADOS MESTRE DE MATERIAL

CAIMA	01		Pedido de codificação de novo Material	X	Departamento	DMI
CELTEJO	02		Pedido de modificação de Material existente		Sector/Serviço	SMEAS
CELBI	03	SC0161	Pedido de arquivo de Material existente		Emissor	SMEAS
CAIMA ENERGIA	04				Data	06-04-2017
RÓDÃO POWER	05					

Dados do Requiritante	Nº Material	Nº Antigo					
	Texto breve PT	TRANS NIVEL 3051L-2AA2TD11AA ROSEMOUNT			38	até 40 caracteres	
	Texto longo PT *	TRANSMISSOR DE NIVEL 3051L-2A-A2-T-D-11-A-A ROSEMOUNT			53	até n caracteres	
					0	até n caracteres	
	Texto breve EN	LEVEL TRANS 3051L-2AA2TD11AA ROSEMOUNT			38	até 40 caracteres	
	Texto longo EN *	LEVEL TRANSMITTER 3051L-2A-A2-T-D-11-A-A ROSEMOUNT			50	até n caracteres	
					0	até n caracteres	
	Tipo de material *	Peça Reserva					
	Aplicação	Área *	131	Localização *	131-LC-0686	Quant. Instalada	1
		Código LT		Descr.Localiz.			
	Cód. Fornecedor	603586	Fornecedor	EMERSON PROCESS MANAGEMENT, LDA			
	Refª Fornecedor	3051L-2A-A2-T-D-11	Nº Desenho Fabric.		Posição no desenho		
	Motivo cod./mod. *	Paragem da produção		S	N	Outros motivos:	
		Fábrica	N	Localização	S		
		Área	N	Equipamento	S		
	Instalação	N					
Centro *	1300	Status Material	????				
Tipo de MRP	ZD	Ponto Reabast.	0	Tamanho Lote	EX	Stock Max.	
Ciclo Reaprov.		Semana Reaprov.		Prazo Reaprov.			
Rotável *	NÃO	Recuperável *	SIM	Individual *	NÃO		
Outras alterações							

Dados EGDML (Locais)	Nº Material	Nº Antigo					
	Texto breve PT	TRANS NIVEL 3051L-2AA2TD11AA ROSEMOUNT			38	até 40 caracteres	
	Texto longo PT	TRANSMISSOR DE NIVEL 3051L-2A-A2-T-D-11-A-A ROSEMOUNT			53	até n caracteres	
					0	até n caracteres	
	Texto breve EN	LEVEL TRANS 3051L-2AA2TD11AA ROSEMOUNT			38	até 40 caracteres	
	Texto longo EN	LEVEL TRANSMITTER 3051L-2A-A2-T-D-11-A-A ROSEMOUNT			50	até n caracteres	
					0	até n caracteres	
	Centro de lucro *		Status Material	????			
	Tipo de MRP *		Ponto Reabast. *		Tamanho Lote *	????	Stock Max.
	Ciclo Reaprov.		Semana Reaprov.		Prazo Reaprov.		
	Planeador MRP *	Z03	Tipo Suprimento *	F	Verif. Disponib. *	KP	
	Depósito		Posição Depósito				
	Custo (estimado/real)	0,00 €	Prazo de entrega		Qtd. 1ª compra		
	Fornecedor 1	EMERSON PROCESS MANAGEMENT, LDA			Código Fornecedor	603586	
	Fornecedor 2				Código Fornecedor		
Fornecedor 3				Código Fornecedor			
Observações							
		Assinatura		Data			

Aprov.	Sector		Departamento		Direção	
	Ass.	Data	Ass.	Data	Ass.	Data

Dados EGDMLG (Básicos)	Nº Material *				
	Texto breve *			0	até 40 caracteres
	Texto longo PT (2)			0	até n caracteres
	Empresa			0	até n caracteres
	Texto longo EN (2)			0	até n caracteres
	Empresa			0	até n caracteres
	Texto longo PT (3)			0	até n caracteres
	Empresa			0	até n caracteres
	Texto longo EN (3)			0	até n caracteres
	Empresa			0	até n caracteres
	Unidade med. Básica *		Unid. Med. Alternativa		
	Tipo Material *		Grupo Mercadorias *		
Hierarquia produtos *					
Chave valor compra *		Classe de Avaliação *			
Controlo de preço *		Unidade de preço *			
		Assinatura		Data	

Nota: Campos assinalados com * são de preenchimento obrigatório

Anexos da Ficha Técnica SC0161:

August 2016

Rosemount 3051

Rosemount 3051L Level Transmitter



Rosemount 3051L Level Transmitter

The Rosemount 3051L Level Transmitter combines the performance and capabilities of Rosemount 3051 Transmitters with the reliability and quality of a direct mount seal in one model number. Rosemount 3051L Level Transmitters offer a variety of process connections, configurations, and fill fluid types to meet a breadth of level applications. Capabilities of a Rosemount 3051L Level Transmitter include:

- Quantify and optimize total system performance (option code QZ)
- Tuned-System Assembly (option code S1)
- Power advisory can proactively detect degraded electrical loop integrity issues (option code DA0)
- LOI with straightforward menus and built-in configuration buttons (option code M4)

Additional information:

Specifications: [page 47](#)

Certifications: [page 58](#)

Dimensional drawings: [page 69](#)

See [Specifications](#) and options for more details on each configuration. Specification and selection of product materials, options, or components must be made by the purchaser of the equipment. See [page 56](#) for more information on material selection.

Table 6. Rosemount 3051L Level Transmitter Ordering Information

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

Model ⁽¹⁾	Transmitter type			
3051L	Level Transmitter			
Pressure range				
2	-250 to 250 inH ₂ O (-621,60 to 621,60 mbar)			★
3	-1000 to 1000 inH ₂ O (-2,48 to 2,48 bar)			★
4	-300 to 300 psi (-20,68 to 20,68 bar)			★
Transmitter output				
A ⁽²⁾	4-20 mA with digital signal based on HART Protocol			★
F	FOUNDATION Fieldbus Protocol			★
W ⁽³⁾	PROFIBUS PA Protocol			★
X ⁽⁴⁾	Wireless (requires Wireless options and engineered polymer housing)			★
M ⁽⁵⁾	Low Power 1-5 Vdc with digital signal based on HART Protocol			
Process connection size, material, extension length (high side)				
	Process connection size	Material	Extension length	
G0 ⁽⁶⁾	2-in./DN 50/A	316L SST	Flush mount only	★
H0 ⁽⁶⁾	2-in./DN 50	Alloy C-276	Flush mount only	★
J0	2-in./DN 50	Tantalum	Flush mount only	★
A0 ⁽⁶⁾	3-in./DN 80	316L SST	Flush mount	★

EmersonProcess.com/Rosemount

39

SC 0161

131-LC-0686

Rosemount 3051

August 2016

Table 6. Rosemount 3051L Level Transmitter Ordering Information

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

A2 ⁽⁶⁾	3-in./DN 80	316L SST	2-in./50 mm	★
A4 ⁽⁶⁾	3-in./DN 80	316L SST	4-in./100 mm	★
A6 ⁽⁶⁾	3-in./DN 80	316L SST	6-in./150 mm	★
B0 ⁽⁶⁾	4-in./DN 100	316L SST	Flush mount	★
B2 ⁽⁶⁾	4-in./DN 100	316L SST	2-in./50 mm	★
B4 ⁽⁶⁾	4-in./DN 100	316L SST	4-in./100 mm	★
B6 ⁽⁶⁾	4-in./DN 100	316L SST	6-in./150 mm	★
C0 ⁽⁶⁾	3-in./DN 80	Alloy C-276	Flush mount	★
C2 ⁽⁶⁾	3-in./DN 80	Alloy C-276	2-in./50 mm	★
C4 ⁽⁶⁾	3-in./DN 80	Alloy C-276	4-in./100 mm	★
C6 ⁽⁶⁾	3-in./DN 80	Alloy C-276	6-in./150 mm	★
D0 ⁽⁶⁾	4-in./DN 100	Alloy C-276	Flush mount	★
D2 ⁽⁶⁾	4-in./DN 100	Alloy C-276	2-in./50 mm	★
D4 ⁽⁶⁾	4-in./DN 100	Alloy C-276	4-in./100 mm	★
D6 ⁽⁶⁾	4-in./DN 100	Alloy C-276	6-in./150 mm	★
E0	3-in./DN 80	Tantalum	Flush mount only	★
F0	4-in./DN 100	Tantalum	Flush mount only	★
Mounting flange size, rating, material (high side)				
	Size	Rating	Material	
M	2-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 150	CS	★
A	3-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 150	CS	★
B	4-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 150	CS	★
N	2-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 300	CS	★
C	3-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 300	CS	★
D	4-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 300	CS	★
P	2-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 600	CS	★
E	3-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 600	CS	★
X ⁽⁶⁾	2-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 150	316 SST	★
F ⁽⁶⁾	3-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 150	316 SST	★
G ⁽⁶⁾	4-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 150	316 SST	★
Y ⁽⁶⁾	2-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 300	316 SST	★
H ⁽⁶⁾	3-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 300	316 SST	★
J ⁽⁶⁾	4-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 300	316 SST	★
Z ⁽⁶⁾	2-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 600	316 SST	★
L ⁽⁶⁾	3-in.	ANSI/ASME B16.5 Class 600	316 SST	★
Q	DN 50	PN 10-40 per EN 1092-1	CS	★
R	DN 80	PN 40 per EN 1092-1	CS	★

August 2016

Rosemount 3051

Table 6. Rosemount 3051L Level Transmitter Ordering Information

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

S	DN 100	PN 40 per EN 1092-1	CS	★
V	DN 100	PN 10/16 per EN 1092-1	CS	★
K ⁽⁶⁾	DN 50	PN 10-40 per EN 1092-1	316 SST	★
T ⁽⁶⁾	DN 80	PN 40 per EN 1092-1	316 SST	★
U ⁽⁶⁾	DN 100	PN 40 per EN 1092-1	316 SST	★
W ⁽⁶⁾	DN 100	PN 10/16 per EN 1092-1	316 SST	★
7 ⁽⁶⁾	4 in.	ANSI/ASME B16.5 Class 600	316 SST	★
1	N/A	10K per JIS B2238	CS	
2	N/A	20K per JIS B2238	CS	
3	N/A	40K per JIS B2238	CS	
4 ⁽⁶⁾	N/A	10K per JIS B2238	316 SST	
5 ⁽⁶⁾	N/A	20K per JIS B2238	316 SST	
6 ⁽⁶⁾	N/A	40K per JIS B2238	316 SST	
Seal fill fluid (high side)		Specific gravity	Temperature limits (ambient temperature of 70° F [21° C])	
D	Silicone 200	0.93	-49 to 401 °F (-45 to 205 °C)	★
F	Silicone 200 for Vacuum Applications	0.93	For use in vacuum applications below 14.7 psia (1 bar-a), refer to vapor pressure curves in Rosemount DP Level Fill Fluid Specifications Technical Note .	★
L	Dow Corning® 704 Diffusion Pump Fluid	1.07	32 to 401 °F (0 to 205 °C)	★
C	D.C. Silicone 704 for Vacuum Applications	1.07	For use in vacuum applications below 14.7 psia (1 bar-a), refer to vapor pressure curves in Rosemount DP Level Fill Fluid Specifications Technical Note .	★
R	Silicone 705	1.09	68 to 401 °F (20 to 205 °C)	★
V	Silicone 705 for Vacuum Applications	1.09	For use in vacuum applications below 14.7 psia (1 bar-a), refer to vapor pressure curves in Rosemount DP Level Fill Fluid Specifications Technical Note .	★
A	SYLTherm™ XLT	0.85	-102 to 293 °F (-75 to 145 °C)	★
H	Inert (Halocarbon)	1.85	-49 to 320 °F (-45 to 160 °C)	★
G	Glycerin and Water	1.13	5 to 203 °F (-15 to 95 °C)	★
N	Neobee® M-20	0.92	5 to 401 °F (-15 to 205 °C)	★
P	Propylene Glycol and Water	1.02	5 to 203 F (-15 to 95 °C)	★

Rosemount 3051

August 2016

Table 6. Rosemount 3051L Level Transmitter Ordering Information

★ The Standard offering represents the most common options. The starred options (★) should be selected for best delivery. The Expanded offering is subject to additional delivery lead time.

Low pressure side				
	Configuration	Flange adapter	Diaphragm material	Sensor fill fluid
11 ⁽⁶⁾	Gage	SST	316L SST	Silicone ★
21	Differential	SST	316L SST	Silicone ★
22 ⁽⁶⁾	Differential	SST	Alloy C-276	Silicone ★
2A ⁽⁷⁾	Differential	SST	316L SST	Inert (Halocarbon) ★
2B ⁽⁶⁾⁽⁷⁾	Differential	SST	Alloy C-276	Inert (Halocarbon) ★
31 ⁽⁶⁾	Tuned-System Assembly with Remote Seal	None	316L SST	Silicone (requires option code S1) ★
O-ring				
A	Glass-filled PTFE			★
Housing material			Conduit entry size	
A	Aluminum		-14 NPT	★
B	Aluminum		M20 × 1.5	★
J	SST		1/2-14 NPT	★
K	SST		M20 × 1.5	★
P ⁽⁸⁾	Engineered polymer		No conduit entries	★
D ⁽⁹⁾	Aluminum		G1/2	
M ⁽⁹⁾	SST		G1/2	

Wireless options (requires Wireless output code X and engineered polymer housing code P)

Wireless transmit rate, operating frequency, and protocol		
WA3	User-configurable transmit rate, 2.4 GHz WirelessHART ★	
Antenna and SmartPower		
WP5	Internal antenna, compatible with green power module (I.S. power module sold separately) ★	

HART Revision configuration⁽²⁾ (requires HART protocol output code A)

HR5	Configured for HART Revision 5	★
HR7	Configured for HART Revision 7	★

Options (include with selected model number)

Extended product warranty		
WR3	3-year limited warranty	★
WR5	5-year limited warranty	★
PlantWeb control functionality ⁽¹⁰⁾		
A01	FOUNDATION Fieldbus control function block suite	★

Rosemount 3051

August 2016

4. Requires wireless options and engineered polymer housing. Available approvals are FM Intrinsically Safe, (option code I5), CSA Intrinsically Safe (option code I6), ATEX Intrinsic Safety (option code I1), IECEx Intrinsic Safety (option code I7) and EAC Intrinsic Safety (option code IM).
5. Only available with C6, E2, E5, I5, K5, KB and E8 approval. Not available with GE, GM, SBS, DA0, M4, D4, DZ, QT, HR5, HR7, CR, CS, CT.
6. Materials of Construction comply with metallurgical requirements highlighted within NACE MR0175/ISO 15156 for sour oil field production environments. Environmental limits apply to certain materials. Consult latest standard for details. Selected materials also conform to NACE MR0103 for sour refining environments.
7. Not available with Wireless output (output code X).
8. Only available with Wireless output (output code X).
9. Not available with Product certifications options E8, K8, E5, K5, C6, K6, E7, K7, E2, K2, E3, KB, KD.
10. Only valid with FOUNDATION Fieldbus output (output code F).
11. "Assemble-to" items are specified separately and require a completed model number.
12. Dust approval not applicable to output code X. See "Rosemount 3051 Wireless Pressure Transmitter" on page 64 for wireless approvals.
13. Only available with output codes A - 4-20mA HART, F - FOUNDATION Fieldbus, and W - PROFIBUS PA. Also only available with G¹/₂ housing thread types.
14. Nonincendive certification not provided with Wireless output option code (X).
15. Only available with product certifications E7, E8, I1, I7, IA, K7, K8, KD, N1, N7.
16. Not available with FOUNDATION Fieldbus (output code F) or Wireless output (output code X) or Low Power (output code M).
17. Contact an Emerson Process Management representative for availability.
18. Only available with HART 4-20 mA output (output code A).
19. Only available with 4-20 mA HART output (output code A) and Wireless output (output code X).
20. The T1 option is not needed with FISCO Product Certifications; transient protection is included in the FISCO product certification codes IA, IB, and IE.
21. The V5 option is not needed with the T1 option; external ground screw assembly is included with the T1 option.
22. Gasket provided when lower housing is ordered.
23. NACE compliant wetted materials are identified by Footnote 6.