



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Cláudia Marta Ferreira Vaz

Implementação da manutenção
autónoma numa empresa de mobiliário



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Cláudia Marta Ferreira Vaz

Implementação da manutenção
autónoma numa empresa de mobiliário

Dissertação de Mestrado
Ciclo de Estudos Integrados Conducentes ao
Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efectuado sob a orientação da
Professora Doutora Isabel da Silva Lopes

DECLARAÇÃO

Nome: Cláudia Marta Ferreira Vaz

Endereço eletrónico: cmartafv@gmail.com

Telefone: 917923846

Número do Bilhete de Identidade: 14131728

Título da dissertação: Implementação da manutenção autónoma numa empresa de mobiliário

Orientador(es): Professora Doutora Isabel da Silva Lopes

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respetiva, deve constar uma das seguintes declarações:

1. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
2. É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA DISSERTAÇÃO (indicar, caso tal seja necessário, nº máximo de páginas, ilustrações, gráficos, etc.), APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;
3. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

É com grande orgulho que encerro uma grande etapa da minha vida.

Foram tantos os que me ajudaram, de formas diferentes, a realizar e concluir esta dissertação.

Em primeiro lugar, quero agradecer à IKEA *Industry* Portugal por me abrirem as portas para a realização do estágio curricular e realização deste projeto.

Agradeço a toda a equipa do departamento de Manutenção que sempre se mostrou disponível para me ajudar nas diversas atividades, em particular à Natália Oliveira e ao Jorge Pires por todos os conselhos dados. Ao departamento de Engenharia de Processos por me acolherem sempre tão prontamente. Ao Micael Neto pela partilha de informação e conhecimento. E sobretudo a todos os Colaboradores que sempre foram prestáveis, compreensíveis e ajudaram na elaboração do plano de manutenção de 1º nível.

Agradeço aos meus colegas estagiários pelos momentos de distração à hora de almoço. À Inês pela amizade, pela partilha, pelo companheirismo e convivência que marcam esta etapa. À Ana por todo o apoio que motivou a realização deste trabalho.

Um agradecimento especial à professora Doutora Isabel Lopes pela disponibilidade, orientação e conhecimentos partilhados ao longo deste projeto.

Não posso deixar de agradecer aos meus colegas do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, em especial à Ana, Catarina, Gonçalo e João pela amizade, por estes cinco anos partilhados, por me acompanharem de perto e presenciarem a minha evolução.

Um agradecimento muito especial aos meus pais que me apoiaram incondicionalmente e proporcionaram as condições necessárias para concluir esta etapa.

Agradeço à minha irmã pelo carinho, experiência, dedicação e motivação para realizar os meus objetivos.

Por fim, agradeço a todos os meus amigos que têm acompanhado a minha evolução e que sempre me ajudaram a ultrapassar todos os obstáculos com sucesso.

A todos eles, o meu sincero OBRIGADO!

RESUMO

A presente dissertação realizada no âmbito da conclusão do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial, na Universidade do Minho, descreve a realização de um projeto que teve como objetivo principal o desenvolvimento da manutenção autónoma numa empresa de mobiliário, a IKEA *Industry* Portugal.

A conjuntura atual obriga as empresas a minimizarem custos e a implementarem metodologias de gestão de modo a aumentarem a sua eficiência e tornarem-se mundialmente competitivas.

A IKEA *Industry* Portugal está inserida num mercado altamente competitivo, e por isso sente cada vez mais a necessidade de melhorar a sua eficiência e produtividade ao menor custo possível. É desta forma que a implementação da metodologia TPM, mais propriamente o pilar da manutenção autónoma, se torna fundamental para alcançar esse objetivo.

O projeto descrito nesta dissertação focou-se em duas linhas, muito semelhantes entre si, a linha 1 e 2 da área EB&D da fábrica *Lacquer&Print*, e pretendeu melhorar as tarefas de manutenção autónoma realizadas atualmente pelos operadores de produção, com a intenção de reduzir as paragens não planeadas devido à falta de manutenção.

Na fase inicial do projeto foram analisados os indicadores de desempenho – eficiência, disponibilidade e desempenho - destas duas linhas durante o mês de Abril de 2015, passando posteriormente para a análise mais detalhada dos fatores que interferem nestes indicadores. Foi, deste modo, feita a análise das paragens das linhas 1 e 2 e verificou-se que, na linha 1, do tempo total das paragens ocorridas, 33% deveram-se a troca de ferramentas, 24% a limpeza corretiva e 10% a ajustes. Na linha 2, os ajustes são o principal motivo para a ocorrência de paragens. Estas paragens poderiam ser reduzidas com um plano de manutenção autónoma adequado, o que não se verificava. Foi desta forma que surgiu a necessidade de reformulação das atividades de manutenção autónoma e, conseqüentemente, dos procedimentos existentes, de forma a torna-las *standard* e ajustadas à realidade das linhas. Estas alterações implicarão melhorias visíveis a longo prazo.

Palavras-Chave:

Manutenção Autónoma, TPM, Instruções de trabalho, Operadores, Melhoria Contínua

ABSTRACT

This dissertation, developed for the conclusion of the 5th year of the Integrated Master in Industrial Engineering and Management, at University of Minho, describes a project which the main goal is the development of autonomous maintenance in a furniture company, the IKEA Industry Portugal.

The current conjecture requires companies to minimize costs and to implement management methodologies in order to improve efficiency and become globally competitive.

IKEA Industry Portugal is set in a highly competitive market, and therefore feels the need to improve efficiency and productivity at the lowest costs. In that way, the implementation of the TPM methodology, more specifically, the pillar of autonomous maintenance, becomes essential to achieve this goal.

The project described in this dissertation, focused on two lines, very similar between them, line 1 and line 2, that belongs to the area EB&D of the Lacquer&Print factory, and aims to improve autonomous maintenance tasks, performed by the production operators, with the intention of reducing the unplanned stops due to lack of maintenance.

In the initial phase of the project, the key performance indicators– efficiency, availability and performance –of these two lines during April 2015 were analysed, doing later a more detailed analysis of the factors that affect this indicators. Thus, the stoppages analysis of the line 1 and 2 was made, and it was found, in the line 1, that in the total time of occurred stoppages, 33% were due to tool exchanges, 24% due to corrective cleaning and 10% to adjustments. In line 2, the adjustments are the main reason to the occurrence of stoppages. These stoppages could be reduced with an adjusted autonomous maintenance plan, which was not the case.

This was why the need to reformulate the autonomous maintenance activities happened and, consequently, the existing procedures, in order to standardize and adjust them to the lines reality. These changes will demonstrate visible improvements in a long period of time.

Keywords

Autonomous maintenance, TPM, Standard Work, Operators, Continuous Improvement

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice.....	ix
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xvii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Metodologia de investigação.....	3
1.4 Estrutura da Dissertação.....	4
2. Revisão da Literatura.....	5
2.1 Manutenção Industrial.....	5
2.1.1 Conceito.....	5
2.1.2 Evolução histórica.....	5
2.1.3 Objetivos e metas da manutenção.....	7
2.1.4 Tipos de Manutenção.....	9
2.1.5 Indicadores de desempenho.....	13
2.2 Metodologia TPM.....	16
2.2.1 Conceito.....	16
2.2.2 Pilares do TPM.....	18
2.2.3 Princípios fundamentais do TPM.....	22
2.2.4 Implementação do TPM.....	22
2.2.5 Ferramentas de apoio à Implementação do TPM.....	25
2.2.6 Benefícios da implementação TPM.....	28
2.2.7 Manutenção autónoma.....	29
3. Apresentação e Caracterização da Empresa.....	33

3.1	IKEA e Grupo Swedwood	33
3.2	IKEA <i>Industry</i>	34
3.2.1	Papel, missão e valores	34
3.2.2	Cadeia de valor.....	35
3.2.3	SWOP.....	35
3.2.4	Medidas de Desempenho	37
3.3	KEA <i>Industry</i> Portugal.....	37
3.3.1	Organização IKEA <i>Industry</i> Portugal	38
3.3.2	Produtos IKEA	39
3.3.3	Fábrica BOF	39
3.3.4	Fases do processo produtivo.....	39
4.	Descrição e análise crítica da situação atual	43
4.1	Departamento da Manutenção.....	43
4.2	Linhas de produção analisadas para o desenvolvimento do projeto	45
4.2.1	Análise do desempenho na EB&D	45
4.2.2	Manutenção 1º Nível nas Linhas 1 e 2	54
4.2.3	Problemas de Qualidade	55
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria	59
5.1	Plano de manutenção de 1º nível	59
5.2	Troca de ferramentas	64
5.3	Limpeza corretiva – redução de paragens.....	65
5.4	Barreiras laterais.....	66
6.	Conclusão	69
	Referências Bibliográficas	71
	Anexo I – Registo de Manutenção de 1º Nível.....	73
	Anexo II – Template de Auditoria M1N	74
	Anexo III - Antiga Instrução de trabalho Diária da Orladora 2.....	76
	Anexo IV - Antiga Instrução de trabalho Semanal e Mensal da Orladora 2	76
	Anexo V – Instruções de trabalho da Orladora 2 e Orladora 3.....	79
	Anexo VI - Plano de Manutenção de 1º Nível	80

Anexo VII – Controlo de Processos 84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução das expectativas da manutenção (Adaptado de Moubray (1997))	7
Figura 2 - Objetivos da Manutenção (Adaptado de Muchiri, Pintelon, Gelders, & Martin,(2011))	8
Figura 3 - Tipos de Manutenção (Adaptado de Pinto, 2013).....	9
Figura 4 - Vantagens da Manutenção Preventiva.....	10
Figura 5 - Vantagens e desvantagens da Manutenção preventiva sistemática (adaptado de Brito & Eurisko (2003))	11
Figura 6 - Vantagens da Manutenção Preventiva Condicionada (adaptado de Brito & Eurisko (2003) e Pinto (2013)).....	12
Figura 7 - Desvantagens da manutenção corretiva (adaptado de Brito & Eurisko (2003) e Pinto (2013))	12
Figura 8 - Fatores do desempenho da manutenção	15
Figura 9 - Os oito Pilares de apoio ao TPM (Adaptado de Rodrigues & Hatakeyama (2006) e Pinto (2013))	18
Figura 10 - Organização do Grupo IKEA após reestruturação (adaptado de IKEA <i>Inside</i>).....	34
Figura 11 - Valores da IKEA <i>Industry</i>	35
Figura 12 – Metodologia SWOP	36
Figura 13 - Planta IKEA <i>Industry</i> Portugal.....	38
Figura 14 - Organograma primeiro nível da IKEA <i>Industry</i> Portugal	38
Figura 15 - Exemplos de produtos da fábrica BOF IKEA <i>Industry</i> Portugal	39
Figura 16- Panorama mensal da linha 1.....	46
Figura 17 - Indicadores de desempenho da linha 1	46
Figura 18 - Panorama mensal da linha 2.....	47
Figura 19 – Indicadores de desempenho da linha 2	48
Figura 20 - Diagrama de Pareto de quantidade de paragens da linha 1.....	49
Figura 21 - Diagrama de Pareto de duração das paragens da linha 1	49
Figura 22 - Paragens para trocas de ferramentas na linha 1	50
Figura 23 - Paragens para limpezas corretivas na linha 1	50
Figura 24 - Paragens para ajustes na linha 1	51
Figura 25 - Diagrama de Pareto de duração das paragens da linha 2	52
Figura 26 - Diagrama de Pareto de quantidade de paragens da linha 2.....	52
Figura 27 - Paragens para ajustes na linha2.....	53

Figura 28 - Quantidade produzida na linha 1.....	54
Figura 29 - Duração das tarefas de M1N na linha 1.....	54
Figura 30 - Quantidade produzida na linha 2.....	55
Figura 31 - Duração das tarefas de M1N na linha 2.....	55
Figura 32 - Não conformidades que sucatam o produto.....	56
Figura 33 - Defeitos detetados na EB&D.....	56
Figura 34 - Carga horária das tarefas de M1N nos dias da semana.....	61
Figura 35 - Plano de manutenção de 1º Nível.....	62
Figura 36 - Exemplo de equipamento fechado.....	65
Figura 37 - Zona de furação das Weekes.....	65
Figura 38 - Ilustração da zona a encapsular.....	66
Figura 39 - Exemplo da nova localização de sensores.....	66
Figura 40 - Fita de felpo nas barreiras laterais.....	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Etapas e fases de implementação do TPM	23
Tabela 2 - Matriz de Auto Qualidade (adaptado de Kaizen Institute of Europe)	57
Tabela 3 - Frequência atual e antiga das tarefas de M1N.....	60
Tabela 4 - Novas tarefas de M1N	61
Tabela 5 - Instruções elaboradas durante o período de estágio	62

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

5W - Cinco porquês

BOF - *Board on Frame*

BOS - *Board on Style*

EB&D - *Edgeband&Drill*

F&W - *Foil&Wrap*

HDF - *High Density Fiberboard*

JIPM - *Japan Institute of Plant Maintenance*

JIT - *Just-in-Time*

KPI - *Key Performance Indicators*

L&P - *Lacquer&Print*

M1N - *Manutenção 1º Nível*

MDF - *Chipboard*

MTBF - *Mean Time Between Failures*

OEE - *Overall equipment effectiveness*

PFF - *Pigment Furniture Factory*

SIPOC - *Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers*

SMED - *Single Minute Exchange of Die*

SWOP - *Swedwood Way Of Production*

TPM - *Total Productive Maintenance*

TQM - *Total Quality Management*

VSM - *Value Stream Mapping*

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Cada vez mais as empresas procuram tornar-se mundialmente competitivas e aumentar os seus lucros. Para isso, procuram aumentar e melhorar significativamente a qualidade e produtividade, e sustentar a produção segundo a capacidade máxima dos equipamentos, minimizando o investimento de capital (Eti, Ogaji, & Probert, 2006; Swanson, 2001).

A confiabilidade do sistema industrial é um dos mais importantes pontos para garantir a qualidade dos produtos, assim como o cumprimento dos prazos de entrega previamente estabelecidos. Para estes objetivos poderem serem alcançados, um dos requisitos é o bom desempenho das máquinas, que devem ser mantidas em perfeito estado físico (Ben Ali, Sassi, Gossa, & Harrath, 2011).

A fiabilidade é uma importante medida de desempenho, com grande impacto na economia e segurança da indústria. Esta depende da idade dos componentes e das políticas de manutenção aplicadas. Desta forma, à medida que os componentes se vão deteriorando a fiabilidade diminui. Para manter a fiabilidade de um sistema no nível desejado é necessário desenvolver ações de manutenção adequadas (Doostparast, Kolahan, & Doostparast, 2014). Entende-se por manutenção o desenvolvimento de ações específicas que visam a reparação ou substituição de itens danificados (Cigolini, Fedele, Garetti, & Macchi, 2008). Na perspetiva da manutenção, o aumento da capacidade de produção, e conseqüentemente da produtividade, envolve a maximização da fiabilidade do sistema incluindo o aumento do tempo de vida dos equipamentos (Eti, Ogaji, & Probert, 2006).

Segundo Cigolini, Fedele, Garetti, & Macchi (2008), a crescente necessidade de manutenção de equipamentos está a impor novos desafios e exigências devido ao aumento da complexidade da indústria, como consequência do aumento de equipamentos com componentes elétricos e mecânicos. Deve-se também ao impacto que os custos de manutenção têm na competitividade da indústria. Estes custos têm-se tornado cada vez mais relevantes pois a razão entre os custos ocultos de manutenção relativos ao desempenho da empresa (produção segura, equipamentos de segurança, qualidade de produção, etc.) e os custos diretos (salários, reposição de material, honorários, etc.) têm aumentado significativamente. Segundo Dunn (1998), citado por Cigolini, Fedele, Garetti, & Macchi (2008), os custos de manutenção representam, em média, 40% do orçamento total e, por isso, o aumento da eficiência da manutenção é uma potencial fonte de poupança. Os custos totais relacionados com a manutenção dependem da qualidade dos equipamentos, da maneira como estes são usados, da

política de manutenção implementada e da estratégia de negócio (Eti, Ogaji, & Probert, 2006). Por outro lado, o aumento da necessidade de práticas de manutenção deve-se também ao facto da gestão da manutenção ser cada vez mais importante para ajudar a manter a segurança e os paradigmas de eco-eficiência (Cigolini, Fedele, Garetti, & Macchi, 2008).

Atualmente, há cada vez mais desperdícios no “chão de fábrica” devido aos erros dos operadores, à falta de manutenção, a falhas no processo, a erros nas ferramentas e máquinas, à falta da disponibilidade dos componentes, etc., que implicam a perda de qualidade dos produtos e perdas de material e tempo, e, assim, levam a um grande impacto no desempenho da organização. É desta forma que surge a necessidade de impor a tolerância zero relativamente aos defeitos, desperdícios, acidentes e paragens das máquinas como um pré-requisito na indústria. Surge então o TPM (*Total Productive Maintenance*) cujo objetivo é melhorar a produtividade e a qualidade através do aumento da motivação de todos os colaboradores da empresa. Trata-se de uma abordagem inovadora para a manutenção, que otimiza a eficiência do equipamento através da redução dos modos de falha e defeitos, trabalhando-se proativamente para evitá-los ou detetá-los atempadamente, de maneira a minimizar as suas consequências (Chen, 2013).

Esta abordagem assenta em 8 pilares e, ocasionalmente, cada pilar corresponde a uma fase da implementação da mesma, sendo o sucesso desta contabilizado através da medida de desempenho OEE (*Overall equipment effectiveness*) (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013). É na base destes pilares e de toda a metodologia TPM que estão os 5-S. Os 5-S é uma abordagem japonesa para a limpeza e organização do local de trabalho, onde o principal objetivo consiste em facilitar a identificação do material a utilizar e em facilitar a resolução de problemas (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013).

No entanto, neste conjunto de pilares há um a salientar: a manutenção autónoma. A manutenção autónoma permite eliminar avarias e promover a manutenção diária por parte do operador, isto é, o operador deve ser envolvido na manutenção do equipamento, lubrificando-o, limpando-o e calibrando-o de forma a manter o equipamento em boas condições de trabalho (Chen, 2013; (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013). Este pilar apela à formação do operador, de modo a que este consiga rapidamente detetar sinais de desgaste, más calibrações, empenos, etc., minimizando as paragens. Para isso, os colaboradores devem também ser motivados pelas chefias, devem ser envolvidos nos assuntos relacionados com o equipamento em que trabalham e incentivados a darem conselhos sobre possíveis oportunidades de melhoria. Trata-se, então, de uma metodologia que começa com equipas de manutenção próprias e que com o passar do tempo vai transferindo alguma responsabilidade para os operadores. Estas ações devem ser geridas de modo a manter a motivação dos colaboradores, para

que assim seja aplicada continuamente (Prickett, 1999). Neste pilar devem também ser criadas equipas multifuncionais, constituídas por operadores, técnicos de manutenção, engenheiros e gestores, de modo a melhorar o desempenho global (Chen, 2013).

Dadas as vantagens da metodologia TPM, a *IKEA Industry* Portugal, onde foi realizado o projeto de dissertação, pretendeu melhorar a implementação desta ferramenta, focando-se maioritariamente nas tarefas de manutenção autónoma, de modo a reduzir as paragens não planeadas e todos os desperdícios associados à má realização das mesmas.

1.2 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um plano de manutenção autónoma nas linhas 1 e 2 da área *Edgeband&Drill*, da fábrica *Lacquer&Print*, na empresa *IKEA Industry* Portugal, de forma a melhorar a eficiência da manutenção. Pretende-se assim aumentar a disponibilidade dos equipamentos e reduzir as paragens provocadas por falhas e avarias através da participação dos operadores na realização de operações de limpeza, lubrificação e inspeção.

Serão criadas e reajustadas instruções de trabalho com a ajuda dos operadores de produção e dos técnicos de manutenção, que serão posteriormente implementadas.

1.3 Metodologia de investigação

Para desenvolver este projeto na *IKEA Industry* Portugal foi utilizada a metodologia investigação-ação. Esta baseia-se em ciclos de investigação que incluem simultaneamente mudanças e investigação, e onde a reflexão da sua prática contribui não só para a resolução de problemas como para as propostas de alterações (Coutinho, et al., 2009). Esta metodologia foca-se maioritariamente no processo de investigação do que propriamente nos resultados obtidos. Desta forma, a investigação-ação desenvolve-se num conjunto de fases sequenciadas: planificação, ação, avaliação e reflexão (Coutinho, et al., 2009). Este procedimento é repetido inúmeras vezes, dando sempre início a um ciclo novo e por isso é considerado um processo de investigação em espiral (Coutinho, et al., 2009; Fernandes, 2006). Trata-se, portanto, de um processo iterativo e focado no problema. Este é um método que requer a colaboração de todos os envolvidos na ação, através de debates e análises dos resultados obtidos, de forma a obter a melhoria da situação ou até mesmo a resolução do problema existente (Coutinho, et al., 2009).

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. No primeiro capítulo é feito um pequeno enquadramento teórico ao tema desta dissertação, apresentando-se os objetivos pretendidos. É igualmente descrita a metodologia da investigação utilizada para a realização deste projeto.

No segundo capítulo expõe-se a revisão da literatura sobre o tema em estudo. Desta forma, são abordados temas como a manutenção industrial e a metodologia TPM, sendo devidamente explorados cada um deles.

No capítulo seguinte, o terceiro, é feita uma apresentação da empresa a nível mundial, onde é dado a conhecer o seu papel, a sua missão e os seus valores, assim como a cadeia de valor, a filosofia *Lean* implementada e as medidas de desempenho utilizadas pelo Grupo IKEA. Neste capítulo, apresenta-se com mais detalhe IKEA *Industry* Portugal, onde teve lugar o estudo desta dissertação, descrevendo-se a estrutura da organização, os seus produtos e fases do processo produtivo.

No quarto capítulo realiza-se a caracterização e análise crítica do estado atual da empresa, quer ao nível do departamento da manutenção, quer ao nível das paragens das linhas de produção e problemas de qualidade.

Uma vez analisado o estado atual da empresa, são feitas sugestões com vista à sua melhoria. No capítulo cinco, onde também são apresentadas alterações realizadas durante o projeto.

Por fim, o capítulo seis expõe as principais conclusões obtidas, assim como as sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O objetivo deste capítulo é apresentar uma revisão crítica da literatura sobre a manutenção. É, assim, explorado o conceito de manutenção industrial, a sua evolução histórica, os seus objetivos e metas, e são igualmente apresentados os conceitos dos diferentes tipos de manutenção. Nesta primeira parte, são ainda abordados os indicadores de desempenho da manutenção. De seguida, analisa-se a metodologia TPM: os pilares (especialmente o pilar da manutenção autónoma), os princípios, as fases de implementação e os benefícios.

2.1 Manutenção Industrial

2.1.1 Conceito

O desgaste dos sistemas de produção é frequente ao longo do tempo e proporcional ao aumento da sua utilização. A degradação dos equipamentos leva à ocorrência de falhas, principalmente quando os equipamentos são sobrecarregados até ao limite, o que se traduz em tempos de inatividade dos equipamentos, problemas de qualidade, perdas de velocidade, riscos de segurança e problemas ambientais. Estas consequências podem ter impactos negativos elevados nos custos de operação, lucros da empresa, satisfação dos clientes e produtividade (Muchiri, Pintelon, Gelders, & Martin, 2011). Segundo Cabral (2006), para que um equipamento assegure a função para o qual foi dimensionado, é necessário que sejam mantidas as boas condições de funcionamento tanto das máquinas como do meio envolvente. Para isso devem ser efetuadas reparações às máquinas, inspeções, rotinas preventivas, substituição de órgãos e peças, mudanças de óleo, limpezas, pinturas, etc.. A este conjunto de ações denomina-se manutenção.

Segundo a norma EN 13306 (EN 13306, 2007), a manutenção “é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”.

2.1.2 Evolução histórica

Desde os anos 40 que o conceito e técnicas de manutenção têm evoluído acentuadamente. Atualmente, os equipamentos devem estar em perfeito estado para desempenhar o seu papel no

tempo necessário, no entanto, há umas décadas atrás isto não era decisivo, pois eram levados ao extremo da sua utilização, acabando por avariar.

O aumento de componentes elétricos e mecânicos nos equipamentos, o impacto dos custos de reparação e manutenção dos equipamentos e a perda de eficiência permitiram a evolução da manutenção (Cigolini, Deshmukh, Fedele, & McComb, 2009).

Segundo Moubray (1997), a evolução do papel da manutenção está dividida em três Períodos ou Gerações:

- Na primeira geração – anterior à Segunda Guerra Mundial – o conceito manutenção era desprezado pela maioria das empresas. Como a indústria era pouco mecanizada, não eram necessárias grandes intervenções nos equipamentos e, por isso, os tempos de paragem das máquinas por falhas ou avarias eram menosprezados. As avarias existentes eram de simples arranjo. A prevenção de falhas dos equipamentos não era prioridade e, por isso, apenas atividades simples como limpeza e lubrificação eram feitas, de maneira não sistemática.
- Na segunda geração – com início na década de 1950, no pós-guerra – a crescente procura de produtos levou ao aumento da mecanização da indústria, aumentando o número e a complexidade dos equipamentos. Os tempos de paragem dos equipamentos tornaram-se relevantes, o que conduziu à sensibilização para a redução das falhas dos equipamentos, e redução dos custos associados com a manutenção. É assim que surge o conceito de manutenção preventiva, com a elaboração de planos de intervenção.
- Na terceira geração – com início na década de 1970 – emerge a preocupação em maximizar a vida útil dos equipamentos, aumentando a disponibilidade e confiabilidade. Tornou-se também fundamental reduzir os danos ambientais, aumentar a segurança, a qualidade do produto e continuar a diminuir os custos associados. É nesta sequência que surge no Japão a metodologia TPM, como evolução da manutenção preventiva, nascida originalmente nos Estados Unidos na década de 1950.

A Figura 1 ilustra, resumidamente, as expectativas da manutenção ao longo das três gerações.

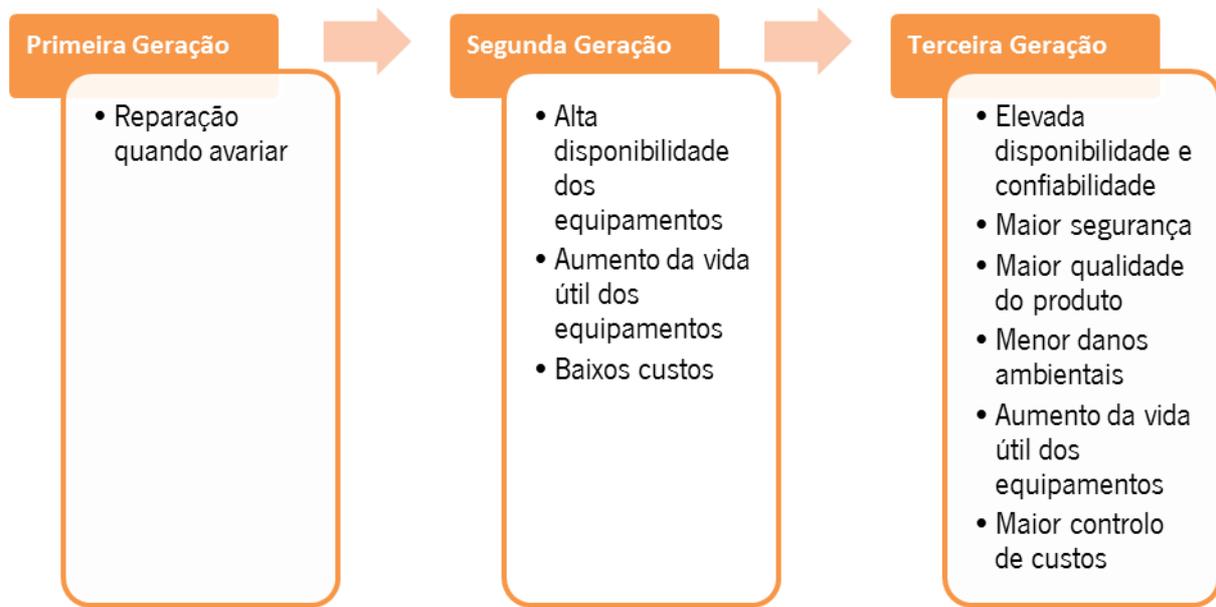


Figura 1 - Evolução das expectativas da manutenção (Adaptado de Moubray (1997))

2.1.3 Objetivos e metas da manutenção

A manutenção tem como principal objetivo apoiar as estratégias dos planos de produção. Contudo, transversalmente a todas as empresas, o aumento da fiabilidade do sistema é que visa ser alcançado. Sendo a fiabilidade uma medida de desempenho do sistema que diminui com a deterioração dos componentes, esta deve ser mantida nos níveis desejados. Para isso é preciso desenvolver ações de manutenção adequadas (Doostparast, Kolahan, & Doostparast, 2014).

De acordo com a norma portuguesa EN 13306 (EN 13306, 2007), os objetivos da manutenção são “metas fixadas e aceites para as atividades de manutenção, que podem incluir disponibilidade, custos, qualidade do produto, a preservação do ambiente e a segurança”.

Segundo Ricky Smith (2004), entende-se por “metas” as etapas quantificáveis que visam cumprir a missão, enquanto “objetivos” são as condições organizacionais que devem ser alcançadas de modo a cumprir a missão. Assim, as metas, objetivos e a missão da manutenção devem estar sincronizadas entre si.

É importante estabelecer metas específicas tanto a curto como a longo prazo. Deste modo, na manutenção podem ser estabelecidas metas, por exemplo, a nível de tempos de operação dos equipamentos, custos de manutenção, horas extraordinárias, produtividade, mão-de-obra e supervisão de postos de trabalho. Assim, sendo os objetivos tão específicos, há maior facilidade em gerir a

manutenção e controlar as atividades, havendo maior foco nas medidas de desempenho que ficaram aquém do objetivo.

Objetivos superficiais traduzem-se em resultados superficiais. Para alcançar o sucesso é necessário entender claramente qual é a missão. Controlar a carga de trabalho da manutenção, mantendo o trabalho dentro dos limites especificados, fornecendo os requisitos previstos e planejando diariamente as tarefas a fazer, é vista como uma das missões da manutenção. É também importante que os tempos de inatividade dos equipamentos sejam minimizados, pois assim alcança-se maior disponibilidade, conduzindo a uma maior produção. Para que não haja paragens por avarias é necessário implementar intervenções de manutenção preventiva, que devem ser planeadas. No entanto, quando ocorrem situações inesperadas devem existir procedimentos que permitam responder rapidamente a essas situações, ou seja, devem ser estabelecidos processos de manutenção. Posto isto, e de forma a poder existir um maior controlo das operações de manutenção, devem ser fornecidos relatórios à gestão, que dêem a conhecer a realidade das práticas da manutenção (Muchiri, Pintelon, Gelders, & Martin, 2011).

É importante referir que a manutenção deve prestar os seus serviços de qualidade de apoio à necessidade operacional.

Como se pode ver na Figura 2, os objetivos da manutenção têm de estar ligados aos objetivos globais da empresa, já que a manutenção contribui para a rentabilidade do processo produtivo (Cabral, 2006).



Figura 2 - Objetivos da Manutenção (Adaptado de Muchiri, Pintelon, Gelders, & Martin,(2011))

Resumidamente, a manutenção procura assegurar a funcionalidade da produção (disponibilidade, fiabilidade, qualidade do produto, etc.), garantir a segurança ambiental e das instalações, assegurar a

gestão eficiente dos custos de manutenção e o uso eficiente dos recursos (energia, matéria prima). Em geral, segundo Muchiri, Pintelon, Gelders, & Martin (2011), o objetivo da manutenção influencia o tipo de indicadores de desempenho a utilizar.

2.1.4 Tipos de Manutenção

Atualmente é usual ouvir-se falar de tarefas de lubrificação, reparação, calibrações, trocas de componentes, etc., para designar as tarefas de manutenção. Estas tarefas estão associadas a um tipo de manutenção: a ações planeadas ou não planeadas (Muchiri, Pintelon, Gelders, & Martin, 2011). O objetivo da manutenção planeada é diminuir os trabalhos não planeados, minimizando os custos e, conseqüentemente, maximizando a disponibilidade do equipamento a um menor custo possível (Pinto, 2013). A Figura 3 mostra quais os tipos de manutenção existentes.

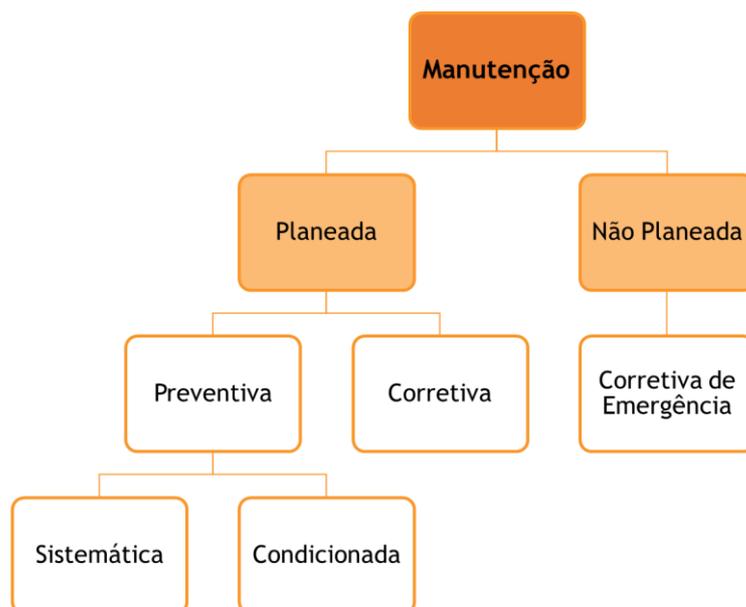


Figura 3 - Tipos de Manutenção (Adaptado de Pinto, 2013)

Assim, verifica-se que a manutenção preventiva e corretiva são consideradas trabalhos planeados, enquanto a manutenção corretiva de emergência é considerada não planeada. Dentro da manutenção preventiva, as atividades de manutenção podem ser classificadas como Sistemática e Condicionada, como será explicado de seguida.

Manutenção Preventiva

O conceito de manutenção preventiva surgiu na década de 1950, com a necessidade da verificação das condições do equipamento de modo a prevenir que este avarie e para que, assim, se prolongue o seu tempo de vida útil (Ahuja & Khamba, 2008). Segundo a norma EN 13306 (EN 13306, 2007), trata-se da manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de um bem. É a terminologia utilizada para fazer referência às atividades que têm como objetivo aumentar a fiabilidade e disponibilidade de um sistema e, deste modo, reduzir os custos totais de manutenção. A este tipo de manutenção estão associadas atividades como inspeção, limpeza, lubrificação, ajustes, alinhamentos e substituição de alguns componentes (Moghaddam & Usher, 2011).

Segundo Cabral (2006) para se poder fazer uma intervenção de manutenção preventiva ideal, é importante saber o que provoca uma avaria, contudo não é fácil de se descobrir, ou até mesmo impossível. Este autor define que a manutenção preventiva tem como objetivos:

- Prever as datas em que as avarias poderão ocorrer, de modo a tomar medidas que as evitem;
- Reduzir os fatores que contribuem para as avarias, ou aumentar os fatores que contribuem para o bom funcionamento dos equipamentos;
- Reduzir as consequências de uma avaria.

Assim sendo, a manutenção preventiva apresenta algumas vantagens, expostas por Pinto (1994), e que são ilustradas na Figura 4.



Figura 4 - Vantagens da Manutenção Preventiva

Contudo, apesar de se tratarem de atividades programadas, estas podem ser divididas em duas categorias: sistemáticas e condicionadas.

Manutenção Preventiva Sistemática

A norma EN 13306 (EN 13306, 2007) classifica este tipo de manutenção como sendo atividades efetuadas a intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização mas sem controlo prévio do estado do bem. Em linguagem corrente, é classificada como manutenção programada baseada em tempo de funcionamento (por exemplo, tempo de calendário, horas de funcionamento, quilómetros, ciclos, peças produzidas, etc.) (Cabral, 2006). As periodicidades das atividades sistemáticas baseiam-se, inicialmente, nas informações dos fabricantes, embora seja importante o contributo crítico do técnico para as afinar, em relação à situação real de operação do equipamento. Cabral (2006) refere que ambientes húmidos, com poeiras, etc., podem justificar ajustes frequentes.

Na Figura 5 são mostradas algumas vantagens e desvantagens da manutenção preventiva sistemática.

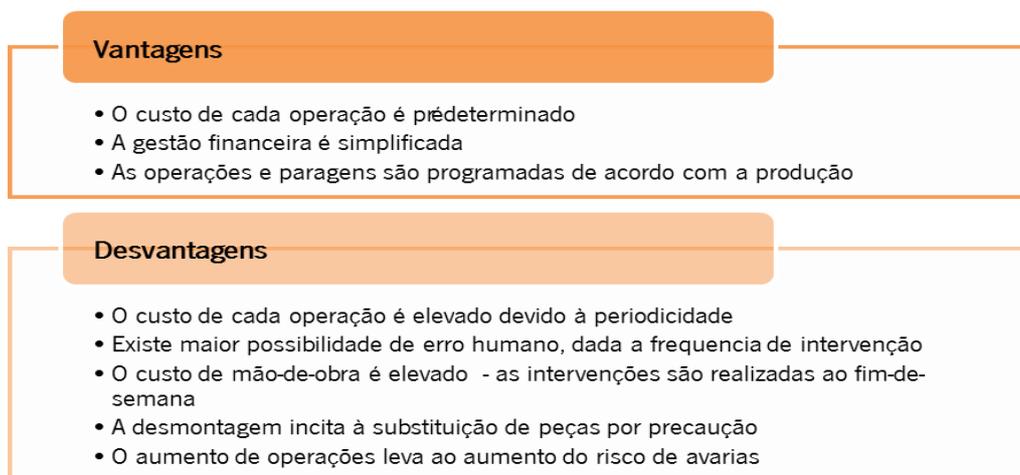


Figura 5 - Vantagens e desvantagens da Manutenção preventiva sistemática (adaptado de Brito & Eurisko (2003))

Manutenção Preventiva Condicionada

Este tipo de manutenção refere-se às tarefas cuja periodicidade não é fixa e que é feita quando se detetam anomalias que poderão levar a uma avaria (Cabral, 2006). É descrita pela norma europeia EN13306 como a “manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes”. Assim, os trabalhos são realizados quando há indicações técnicas para os fazer. Existem diversas técnicas que permitem verificar a aproximação de avarias, nomeadamente análises de vibrações, análises de lubrificantes utilizados, análises de tendência, ou avaliações mais imediatas ao estado do equipamento

que podem ser verificadas através do ruído, folgas visíveis, rendimento, parâmetros de funcionamento, termografias, etc. (Cabral, 2006; Brito & Eurisko, 2003).

A Figura 6 ilustra algumas vantagens e desvantagens da manutenção preventiva condicionada.

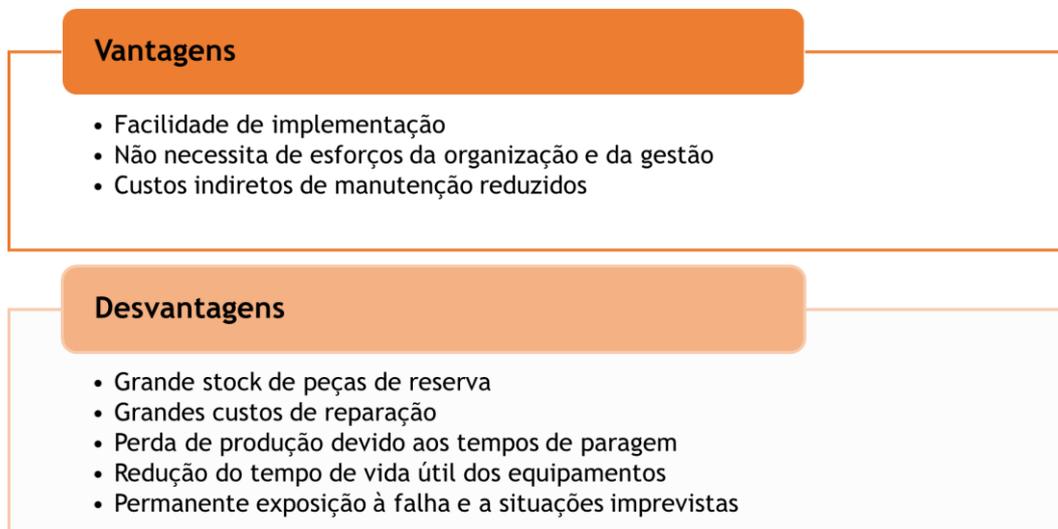


Figura 6 - Vantagens da Manutenção Preventiva Condicionada (adaptado de Brito & Eurisko (2003) e Pinto (2013))

Manutenção Corretiva

A norma europeia EN 13306 (EN 13306, 2007) define este tipo de manutenção como a “manutenção efetuada depois da deteção de avarias e destinada a repor o bem num estado em que possa realizar uma função requerida”.

Este tipo de manutenção deve ser reservada aos equipamentos cuja indisponibilidade tenha pouca importância sobre a produção, e onde os custos anuais de reparação, assim como as avarias não planeadas sejam aceitáveis (Brito & Eurisko, 2003).

A Figura 7 refere algumas das vantagens e desvantagens da manutenção corretiva.

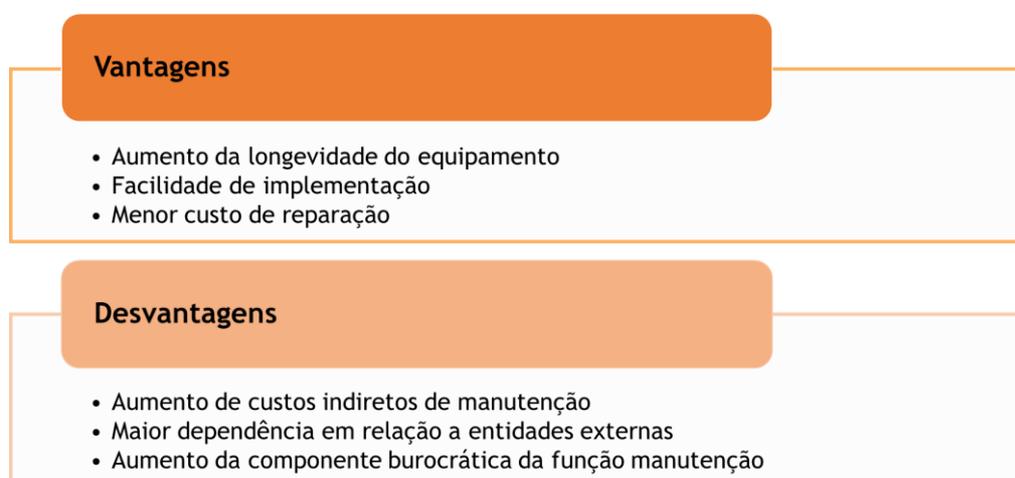


Figura 7 - Desvantagens da manutenção corretiva (adaptado de Brito & Eurisko (2003) e Pinto (2013))

2.1.5 Indicadores de desempenho

O desempenho da manutenção é o resultado do uso ativo de recursos para restaurar um item para um estado de correto funcionamento do equipamento. No entanto, o desempenho da manutenção depende de vários fatores internos e externos como a localização, a cultura, processos de transformação, tamanho, taxa de utilização e idade do equipamento e pode ser alcançada pela implementação de manutenção corretiva e preventiva através de metodologias, operações e técnicas adequadas (EN 15341, 2007). Assim, são utilizados os *KPI (Key Performance Indicators)* para medir o nível de desempenho da manutenção.

Os indicadores de desempenho servem para dar indicação do estado de determinado acontecimento e permitem à gestão a tomada de decisões baseada em factos e não em opiniões, a possibilidade de fazer comparações da atividade em diferentes meses e/ou anos, avaliar as políticas implementadas, preparar orçamentos, avaliar alternativas e identificar problemas e oportunidades de melhoria (Pinto, 2013). Desta forma, estes indicadores podem estar agrupados em três grupos: os económicos, técnicos e organizacionais (EN 15341, 2007).

Indicadores económicos

Como o próprio nome indica, os indicadores económicos permitem relacionar os custos de operação com os de manutenção. De seguida são apresentados alguns desses indicadores, segundo a norma europeia EN 15341 (2007).

O indicador E3 permite relacionar os custos totais da manutenção com a qualidade do produto.

$$E3 = \frac{\text{Custo total da manutenção}}{\text{Qualidade do produto}} \times 100$$

O indicador E4 traduz a relação entre os custos de manutenção e os custos de produção.

$$E4 = \frac{\text{Custo total da manutenção}}{\text{Custo de produção}} \times 100$$

O indicador E15 e E16 relacionam o custo de manutenção corretiva e custo de manutenção preventiva, respetivamente, com o custo total da manutenção.

$$E15 = \frac{\text{Custo de manutenção corretiva}}{\text{Custo total da manutenção}} \times 100$$

$$E16 = \frac{\text{Custo de manutenção preventiva}}{\text{Custo total da manutenção}} \times 100$$

Indicadores técnicos

Por sua vez, os indicadores técnicos estão relacionados com os trabalhos efetuados pelo departamento de manutenção.

O indicador T1 refere-se à proporção de tempo que o equipamento operou, em relação à soma desse tempo com o tempo utilizado pela manutenção para intervir nos equipamentos.

$$T1 = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Tempo de operação} + \text{tempo de indisponibilidade devido a manutenção}} \times 100$$

O indicador T6 relaciona o tempo de operação do equipamento com a soma desse tempo e o tempo de indisponibilidade do equipamento devido a avarias.

$$T6 = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Tempo de operação} + \text{tempo de indisponibilidade devido a avarias}} \times 100$$

Por outro lado, o indicador T7 relaciona o tempo de operação com a soma desse tempo e o tempo de indisponibilidade do equipamento devido a paragens planeadas.

$$T7 = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Tempo de operação} + \text{tempo de indisponibilidade devido a manutenção planeada}} \times 100$$

O indicador T17, também conhecido por MTBF, indica o tempo médio de operação de um equipamento entre as falhas ocorridas.

$$T17 = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Número de falhas}}$$

Indicadores organizacionais

Os indicadores organizacionais pretendem medir o desempenho da manutenção, a nível dos recursos existentes no departamento.

Assim, o indicador O1 relaciona o número de colaboradores na manutenção com o número total de colaboradores da empresa.

$$O1 = \frac{\text{Nº de colaboradores da manutenção}}{\text{Nº total de colaboradores}} \times 100$$

O indicador O9 relaciona o número de horas despendidas para manutenção autónoma, por parte dos operadores de produção com o número total de horas trabalhadas pelos mesmos.

$$O9 = \frac{\text{Nº de horas trabalhadas pelos operadores de produção para manutenção autónoma}}{\text{Nº total de horas trabalhadas pelos operadores de produção}} \times 100$$

O indicador O16 relaciona a mão-de-obra utilizada na manutenção corretiva com a mão de obra total utilizada no departamento da manutenção.

$$O16 = \frac{\text{Nº de horas de mão-de-obra trabalhada na manutenção corretiva}}{\text{Nº total de horas de mão de obra trabalhada na manutenção}} \times 100$$

De acordo com Pinto (2013), o desempenho da manutenção pode ser influenciado por diversos fatores externos, mas um desempenho elevado pode traduzir-se em:

- Aumento da disponibilidade dos equipamentos;
- Aumento da vida útil dos equipamentos;
- Melhoria qualitativa dos equipamentos;
- Redução dos custos de manutenção;
- Aumento da segurança e redução do impacto ambiental.

A Figura 8 ilustra os fatores que influenciam o desempenho da manutenção.

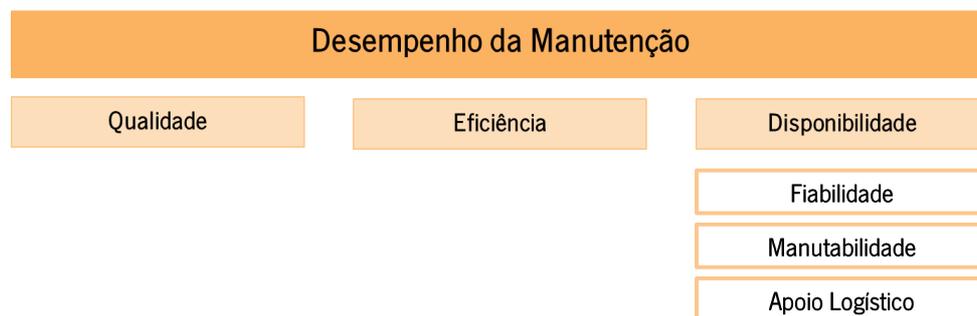


Figura 8 - Fatores do desempenho da manutenção

O fator Qualidade mede se o serviço foi realizado corretamente e dentro do estipulado pelo cliente e pelas normas de trabalho, sem pôr em risco a segurança das pessoas (Pinto, 2013). A eficiência determina a capacidade da manutenção em alcançar os seus objetivos, por exemplo, em termos de quantidade de tarefas executadas em relação às planeadas. A comparação do tempo necessário para realizar um dado trabalho e o tempo padrão desse trabalho também permite medir a eficiência (Pinto, 2013). Por último, a disponibilidade indica o aproveitamento do tempo, isto é, o tempo verdadeiramente disponível para produzir (Pinto, 2013).

Há uma outra métrica do pensamento *Lean* que permite medir o desempenho dos equipamentos, o OEE (*Overall Equipment Efficiency*). Esta métrica foi desenvolvida pelo JIPM e aproveita as fontes mais comuns de perda de produtividade para as converter em métricas consistentes a serem usadas para melhorar os processos de produção (Robbins, 2008). O OEE pode ser aplicado a máquinas, células de produção e linhas de montagem e é normalmente usado como indicador de desempenho da manutenção e da metodologia TPM (Robbins, 2008). Esta métrica pode ser definida pelo produto de três fatores (Jain, Bhatti, & Singh, 2015; Eti, Ogaji, & Probert, 2004; Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013):

1. Disponibilidade – determinada pelos tempos de paragens por avarias, para ajustes e outros.

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de produção efetiva}}{\text{N}^\circ \text{ horas previstas de produção}} \times 100$$

2. Desempenho – é afetado pela perda de velocidade da produção e pequenas paragens que se verificam.

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Quantidade produzida}}{\text{Quantidade prevista de produção}} \times 100$$

3. Qualidade – é influenciada pelo número de defeitos produzidos no universo de peças produzidas.

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{N}^\circ \text{ peças produzidas sem defeito}}{\text{N}^\circ \text{ total de peças produzidas}} \times 100$$

Assim, o OEE é obtido através da multiplicação dos fatores:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade}$$

O valor daqui resultante pode ter dois formatos: valor absoluto ou percentagem. Segundo o autor Robbins (2008), a percentagem média do OEE nas fábricas é 60%, contudo a taxa de classe mundial é de 85%.

2.2 Metodologia TPM

2.2.1 Conceito

A metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*) é uma filosofia japonesa, que tem vindo a ser desenvolvida com base nos conceitos e metodologias da manutenção produtiva. Segundo Jain, Bhatti, & Singh (2015) este conceito foi implementado pela primeira vez pela empresa *Nippondenso*, um fornecedor da *Toyota Motor Company*, em 1971, como resposta à competitividade do mercado, onde era necessário ajustar algumas atividades, de modo a reduzir desperdícios, perdas de velocidade e perdas de qualidade (Bartz, Siluk, & Bartz, 2014). Esta metodologia nasceu com o crescimento do modelo de produção japonês, *just-in-time*, para reduzir desperdícios (Bartz, Siluk, & Bartz, 2014).

O objetivo de qualquer metodologia TPM é melhorar a produtividade, qualidade e a estrutura da empresa em termos materiais (equipamentos, ferramentas, matérias-primas e produtos) e em termos humanos (desenvolvimento de competências, habilidades, melhoria de atitude e motivação pelo trabalho) (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013; Bartz, Siluk, & Bartz, 2014). Trata-se de uma metodologia usada para manter os equipamentos em ótimas condições, de modo a prevenir avarias inesperadas, perdas de velocidade e ocorrência de defeitos nos processos produtivos (Jain, Bhatti, & Singh, 2015).

Muito cedo a manutenção preventiva foi considerada um processo que não acrescentava valor, mas atualmente é um requisito essencial para o aumento do ciclo de vida das máquinas na indústria. Assim, o TPM tornou a manutenção num ponto vital e necessário para o negócio, visando a maximização da eficiência produtiva dos equipamentos, eliminação de paragens e promoção da manutenção autónoma por parte dos operadores, através do envolvimento de todas as funções e níveis organizacionais da empresa (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013; Ahuja & Khamba, 2008; Shen, 2015). Este método ajusta os processos existentes e equipamentos, reduzindo erros e acidentes (Ahuja & Khamba, 2008).

O total envolvimento dos colaboradores, a manutenção autónoma por parte dos operadores, pequenos grupos de atividades para melhorar a fiabilidade dos equipamentos, a manutabilidade e produtividade, e a melhoria contínua (*Kaizen*) são os princípios do TPM (Jain, Bhatti, & Singh, 2015).

Para um sistema de produção atuar sem desperdício e ser lucrativo, o sistema de manutenção deve operar eficientemente. Isto torna-se vital, uma vez que o investimento feito por parte das empresas é grande e o objetivo é gerar retorno. Para isso, a melhor maneira de manter o equipamento operacional é gerir a sua manutenção. É deste modo que o TPM se torna num modelo estratégico de gestão da manutenção, onde todas as áreas da empresa o devem seguir. Com o seu cumprimento, a empresa sofrerá uma transformação acentuada que levará à evolução da competitividade da empresa (Bartz, Siluk, & Bartz, 2014).

De acordo com Bartz, Siluk, & Bartz (2014) o TPM implica:

- Ter uma organização otimizada, reduzindo o número de gerentes e delegando mais poder e responsabilidade a cada um dos membros da equipa;
- Polivalência dos operadores;
- Reavaliação rigorosa de como as coisas foram feitas, de modo a implementar novas melhorias, por vezes resultantes da padronização e simplificação.

Segundo este mesmo autor, o TPM visa alcançar metas ambiciosas e encorajar as pessoas de modo a que estas sejam alcançáveis. Para isso, é necessário tornar as pessoas proactivas de modo a alcançar os objetivos estratégicos: zero defeitos, zero paragens e zero acidentes.

A metodologia TPM concentra-se nos principais tipos de perdas que, segundo o JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), são conhecidas como as seis grandes perdas do equipamento (Pinto, 2013):

1. Falhas nos equipamentos (falhas naturais, aleatórias ou por negligência);
2. Tempo de ajustamento e preparação (*Setup*) de máquinas ou processos, por exemplo, troca de ferramentas, mudanças de produção, etc.;

3. Redução da velocidade no processo;
4. Defeitos no processo;
5. Tempos de paragem diversos, por exemplo, espera por matérias-primas, espera para inspeção e controlo, etc.;
6. Redução do *output* de produção.

Estas falhas podem ser originadas essencialmente por (Pinto, 2013):

- Más condições do estado e funcionamento dos equipamentos;
- Erros humanos, negligência, falta de motivação e de formação;
- Falta de conhecimento e de compreensão de como alcançar as condições ótimas de funcionamento do equipamento.

2.2.2 Pilares do TPM

Os pilares do TPM são os princípios básicos da sua implementação. Inicialmente eram considerados apenas cinco pilares, mas atualmente muitos autores defendem a existência de oito (Ahuja & Khamba, 2008). Contudo, a definição dos pilares adotados no TPM é variável, uma vez que depende da estrutura e filosofia que a empresa utiliza internamente e que pode ser personalizada de acordo com a cultura já existente e a que desejam que seja implementada (Rodrigues & Hatakeyama, 2006).

Posto isto, Rodrigues & Hatakeyama (2006), defendem que os pilares se devem focar em várias dimensões: produtividade, qualidade, clientes, segurança e moral. A Figura 9 mostra os oito pilares do TPM.

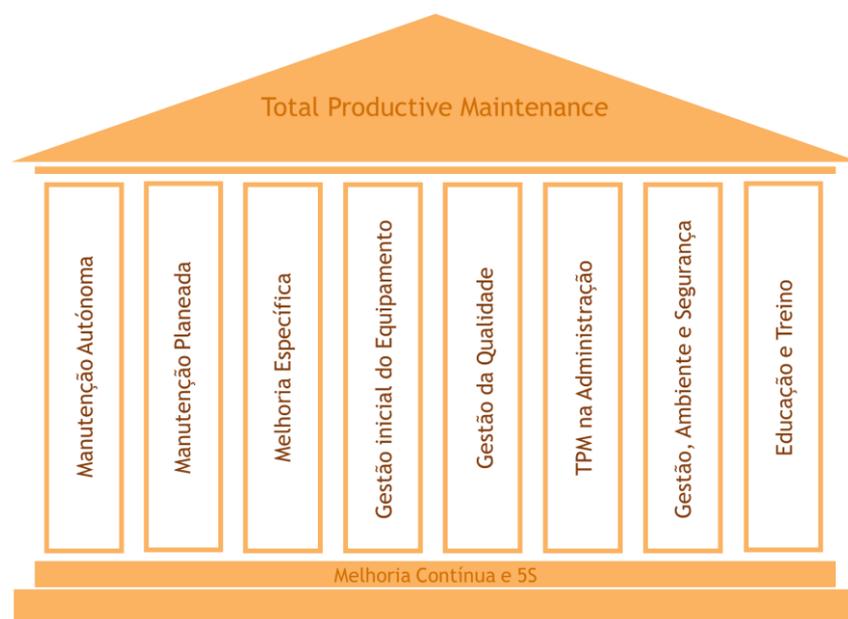


Figura 9 - Os oito Pilares de apoio ao TPM (Adaptado de Rodrigues & Hatakeyama (2006) e Pinto (2013))

Assim, os oito pilares que ostentam a casa do TPM são a manutenção autónoma, a manutenção planeada, a melhoria específica, a gestão inicial do equipamento, a gestão da qualidade, o TPM na administração, a gestão, ambiente e segurança e por fim a educação e formação. Na base destes pilares encontra-se a melhoria contínua que é apoiada pela metodologia 5S. De seguida serão explicados mais detalhadamente cada um dos pilares.

Manutenção Autónoma

Este pilar baseia-se no conceito de que os operadores devem ser responsáveis por pequenas tarefas de manutenção, tendo como objetivo não sobrecarregar os técnicos mais especializados. Assim, os operadores são responsáveis por limpar o equipamento diariamente, minimizando a sua deterioração. Este pilar procura manter o equipamento em boas condições de funcionamento, através de atividades como limpeza, lubrificação, inspeção visual e ajustes que sejam necessários. Com estas pequenas atividades as falhas dos equipamentos podem ser reduzidas, os operadores tornam-se mais versáteis e flexíveis e os defeitos podem ser minimizados na origem, graças à intervenção dos operadores (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013). Na secção 2.2.7, será abordado mais detalhadamente este assunto.

Manutenção Planeada

Este pilar consiste em planear e controlar efetivamente a manutenção, através do plano diário de paragens planeadas (Rodrigues & Hatakeyama, 2006).

Destina-se a ter máquinas e equipamentos sem problemas e que produzam com um nível de qualidade satisfatório para o cliente. Este pilar pode assentar-se na Manutenção Preventiva, Corretiva e Prevenção da Manutenção. Trata-se de uma abordagem proativa que recorre aos técnicos de manutenção para realizarem atividades preventivas e darem formação. A manutenção planeada tem como objetivo manter a disponibilidade dos equipamentos, o custo de manutenção ideal, melhorar a fiabilidade e facilidade de manutenção de máquinas, alcançar as zero falhas e garantir a disponibilidade de peças para reposição (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013).

Melhoria Específica

O conceito de melhoria específica foca-se na melhoria contínua do processo e equipamentos (Rodrigues & Hatakeyama, 2006), procurando eliminar desperdícios na área de trabalho que afetam a eficiência, e procurando melhorar o seu desempenho. Este pilar tem em vista alcançar as zero perdas:

zero falhas, zero defeitos e zero desperdícios na operação dos equipamentos, através da eliminação de paragens, ajustes, ocorrência de defeitos e perdas de velocidade (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013). Para isso, começa-se por identificar uma área de melhoria onde o impacto seja significativo e o custo/esforço associados à sua implementação sejam menores, recorrendo a ferramentas *Lean* simples, como a análise das causas das falhas, para revelar as causas dos problemas e dos desperdícios.

Gestão inicial do equipamento

A gestão inicial do equipamento consiste em realizar atividades durante a construção de novos equipamentos, baseada na aprendizagem ganha anteriormente com os equipamentos já existentes e que foram alvo de processos de melhoria, de manutenção autónoma e manutenção planeada. Assim, o objetivo é melhorar a fiabilidade, manutabilidade, durabilidade, operacionalidade, segurança e flexibilidade do equipamento. Este pilar considera também que os novos produtos devem ser desenvolvidos de maneira a facilitar a sua produção nos equipamentos novos e existentes (Lopes, 2012).

Gestão da Qualidade

A gestão da qualidade do processo tem como objetivo estabelecer o programa zero defeitos (Rodrigues & Hatakeyama, 2006).

Além disto, tem em vista alcançar a satisfação dos clientes, pela entrega de produtos com alta qualidade. Assim, através da melhoria específica, os defeitos podem ser eliminados do processo, depois de identificadas as causas. Desta forma, a abordagem a utilizar é a medição dos parâmetros e verificação dos valores dentro das normas estipuladas, de modo a monitorizar as condições para eliminar a variação, e executar ações preventivas que minimizem a ocorrência de defeitos (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013; Lopes, 2012).

TPM na administração

Este pilar acompanha os restantes pilares e deve ser seguido de modo a melhorar a produtividade e eficiência nas funções administrativas. Isto inclui análise de processos e procedimentos, que devem ser automatizados (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013).

O TPM na administração permite a redução ou eliminação de nove perdas (Lopes, 2012):

1. Perdas associadas ao processamento;

2. Perdas monetárias em áreas como: compras, marketing, vendas, inventários;
3. Perdas por falha de comunicação;
4. Desocupação;
5. Perdas de *setup*;
6. Perdas de precisão;
7. Avarias dos equipamentos de escritório;
8. Falhas nos canais de comunicação;
9. Tempo despendido na recuperação de informação

Gestão, ambiente e segurança

O objetivo deste pilar é criar um espaço de trabalho seguro e que a área envolvente não esteja danificada por processos ou procedimentos. Este pilar pretende atingir os zero acidentes, zero danos na saúde e zero incêndios. A implementação dos 5S permite eliminar as condições inseguras no local de trabalho (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013; Lopes, 2012).

Quanto à parte ambiental no TPM, a redução do consumo de energia, a eliminação de resíduos tóxicos e a redução do consumo de matérias-primas escassas são pontos relevantes.

Educação e formação:

Com este pilar pretende-se formar os operadores e técnicos de manutenção, atribuindo-lhes diversas competências de modo a operarem eficientemente e de forma independente. A educação é dada aos operadores para melhorarem as suas competências e devem ser treinados para consolidar os conhecimentos e conseguirem identificar os problemas e respetivas causas (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013).

São identificadas 4 fases do conhecimento (Lopes, 2012):

1. Fase 1: Não sabe;
2. Fase 2: Sabe a teoria mas não consegue fazer;
3. Fase 3: Sabe fazer mas não consegue ensinar;
4. Fase 4: Sabe fazer e sabe ensinar.

2.2.3 Princípios fundamentais do TPM

Segundo Pinto (2013), o TPM pode ser adotado como parte vital de uma empresa com vista à qualidade total em que:

- A condição do equipamento conduz a qualidade dos produtos e serviços;
- Os zero defeitos podem ser alcançados, se as suas causas forem cuidadosamente identificadas e solucionadas, mantendo o equipamento em ótimas condições de funcionamento;
- A filosofia de melhoria contínua e a autoavaliação são questões imprescindíveis e, portanto, são críticas para o sucesso do TPM e são estas que garantem a competitividade das empresas;
- A constante eliminação das causas das falhas dos equipamentos é a chave para o sucesso do TPM;
- A formação e o treino de todos os intervenientes no processo de fabrico é fundamental para a busca constante pela melhoria, e aumenta a autoestima.

Qualquer empresa que pretenda adotar a metodologia TPM deve ter consciência de que (Pinto, 2013):

- Deve-se ter atenção aos detalhes - é nas pequenas paragens que se geram grandes perdas;
- A gestão de topo deve estar inteiramente envolvida e, portanto, requer-se investimento de tempo, esforço e capital;
- A melhoria contínua do desempenho do equipamento envolve toda a gente.

Contudo, não basta ter apenas estas perceções, é necessário também fornecer os meios necessários para a recolha de dados e conversão destes em informação, de modo a definir objetivos e padrões de desempenho.

2.2.4 Implementação do TPM

Segundo Ward, Leong, and Boyer, citado por Park & Han (2011), o sucesso da implementação do TPM é fundamental para a estrutura das empresas, desde que alterado o trabalho: relações de gestão, planificação das tarefas dos operadores e responsabilização das tarefas dos operadores. Estas alterações estabelecem uma estrutura para a comunicação, clarificação de regras e relações de confiança. Um exemplo disso é quando uma empresa adota a filosofia TPM, os operadores e a equipa de manutenção, e a equipa de manutenção e os engenheiros unem-se de forma a melhorar o

desempenho dos equipamentos. Contudo, existem diversas resistências a esta filosofia, a qual deve ser encorajada durante a fase embrionária. Este incentivo deve ser dado por parte da gestão da empresa. Posto isto, o TPM pode ser implementado em 12 etapas (Tabela 1), divididas por 4 fases (Park & Han, 2011; Pinto, 2013):

Tabela 1 - Etapas e fases de implementação do TPM

Fases	Etapas de Implementação
Preparação	1. Declaração de intenção da Direção da Empresa em Implementar o TPM
	2. Educação, treino e divulgação para implementação o TPM
	3. Organização da promoção do TPM
	4. Estabelecimento de diretrizes básicas e objetivas do TPM
	5. Elaboração de um plano mestre para desenvolvimento do TPM
Implementação preliminar	6. Lançamento do projeto empresarial TPM
Implementação	7. Sistematização para elevação do rendimento produtivo
	8. Estudo prévio do sistema de gestão e controlo
	9. Manutenção da qualidade
	10. Melhorias no processo administrativo
	11. Segurança, saúde de meio ambiente
Consolidação	12. Execução plena do TPM e Manutenção autónoma

Fase 1 – Preparação

Nesta fase, a gestão administrativa tem a responsabilidade primária de preparar o ambiente para a introdução do TPM. Primeiramente é feito o anúncio de decisão da introdução do TPM e o início da educação de acordo com o TPM. Inicialmente são formados os gestores, onde são incluídas visitas a outras fábricas que estão a implementar o TPM. Estas visitas são feitas por pequenos grupos (a comissão do TPM) para promover e coordenar a sua implementação. Estes grupos asseguram a sua autonomia em cada nível, criam políticas básicas e atingíveis, estabelecem metas para outros grupos e quantificam-nas. Uma vez criadas estas metas, deve-se certificar que cada grupo abaixo hierarquicamente, as cumpre consistentemente. A comissão do TPM ajuda a gestão a criar um plano mestre para desenvolvimento do TPM, que inclui a redução das seis maiores perdas a nível do equipamento. Para além disto, inclui também a criação de um programa de manutenção autónoma, um programa de controlo de qualidade, um plano de manutenção feito pelo próprio departamento de manutenção e a educação e formação sobre estas práticas, de modo a melhorar as competências a nível da manutenção (Park & Han, 2011).

Fase 2 - Implementação preliminar

Na fase de implementação preliminar, os operadores individuais começam a experimentar a metodologia TPM através de atividades de formação de modo a eliminar as principais perdas. Para isto, a comissão do TPM identifica que tarefas iniciais devem ser realizadas pelos operadores e a sua implementação coordena o desenvolvimento de procedimentos detalhados. Os atuais procedimentos escritos podem ser feitos por técnicos da manutenção, com apoio e fiscalização da gestão. Trata-se de uma fase importante de implementação que necessita de ser monitorizada cuidadosamente. A gestão necessita de assegurar que os operadores recebem formação, de modo a solidificar as suas competências, e que os técnicos de manutenção cooperam e apoiam os operadores e os acompanham (Park & Han, 2011).

Fase 3 – Implementação

A fase de Implementação foca-se na melhoria da eficiência dos equipamentos, através da utilização de diversas técnicas de melhoria da qualidade, que se centram nos equipamentos com perdas crónicas. Há, portanto, um sucesso iminente na eliminação de perdas que provocam resistência à mudança..

Muitas empresas podem implementar o TPM sem mudanças significativas nas práticas de manutenção. Enquanto todos os operadores dos equipamentos não estiverem envolvidos no programa de manutenção autónoma, haverá resistência para mudar, e continuará a tradicional separação entre os operadores e a manutenção. Contudo, os operadores tornar-se-ão responsáveis pelo próprio equipamento e a manutenção autónoma aumentará os requisitos de conhecimento dos mesmos. A gestão terá de avaliar com cuidado as competências e capacidades dos operadores e, se necessário, fornecerá formação adequada (Park & Han, 2011).

Tendo em vista o alcance do TPM com sucesso, a certificação dos operadores e o sistema de recompensas são aspetos cruciais. O processo de certificação é necessário para garantir que os operadores ganham as competências necessárias para conduzir o programa de manutenção autónoma nas máquinas. Uma vez alcançada esta certificação, a melhoria das competências do operador deverá ser reconhecida pela equipa de manutenção e pela gestão da empresa. O resultado mais importante desta etapa é o operador sentir que se tornou o “dono” do equipamento, passando a cuidar dele.

Inicialmente haverá maior esforço por parte da equipa da manutenção, na formação dos operadores e na sua, para além da carga habitual. Contudo, essa carga diminuirá gradualmente (Park & Han, 2011).

Fase 4 - Consolidação

Esta é a fase onde os grupos do TPM começam o ciclo de melhoria contínua dos resultados. Os gestores de todos os níveis focam-se em melhorar as competências do TPM, avaliando o desempenho de cada grupo e conduzindo a um programa de manutenção padronizado. Isto supõe que a empresa inclua alguns objetivos da manutenção na sua estratégia de negócio, para criar incentivos na mudança de cultura e para focar a empresa na maximização da disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos. Estes objetivos ajudarão diretamente a empresa, desde o paradigma antigo de minimizar os custos de manutenção, até ao novo paradigma de maximizar os benefícios do investimento em manutenção (Park & Han, 2011). Por estes motivos, deverá existir o cuidado em manter todas as etapas referidas anteriormente.

2.2.5 Ferramentas de apoio à Implementação do TPM

Neste secção serão apresentadas algumas ferramentas *Lean*, associadas à manutenção e que, consequentemente, auxiliam a implementação da metodologia TPM. Contudo, as ferramentas não são unicamente a chave para o sucesso da sua implementação. É necessário ter em conta os seguintes aspetos:

- Pessoas motivadas;
- Envolvimento organizacional de todos os departamentos;
- Apoio formal por parte da gestão de topo;
- Formação e treino *Lean*;
- Conceitos e ferramentas;
- Estratégia;
- Excelente comunicação.

5S

Esta é uma metodologia que está na base do TPM e, portanto, é recomendado que se comece pela sua implementação na área da manutenção (Pinto, 2013).

Trata-se de uma ferramenta japonesa, composta por diversas práticas, que visam a redução de desperdícios e melhoria do desempenho das pessoas e processos, através de uma abordagem simples que consiste em limpar e organizar o espaço de trabalho, minimizando também a ocorrência de

problemas (Pinto, 2013). Tornar os problemas visíveis e reconhecidos pelas pessoas torna-se uma oportunidade de melhoria (Singh, Gohil, Shah, & Desai, 2013).

Esta ferramenta é constituída por cinco práticas:

1. **Seiri (Organização)** – separar o útil do inútil e remover do local de trabalho todo o material desnecessário à realização das tarefas diárias.
2. **Seiton (Arrumação)** – cada coisa deve ter um local próprio, devidamente identificado. O material utilizado com mais frequência deve ser colocado num local mais acessível.
3. **Seiso (Limpeza)** – limpar o local de trabalho, assim como toda a zona envolvente. Deve-se também garantir que as tarefas de limpeza são cumpridas.
4. **Seiketsu (Normalização)** – Elaborar procedimentos ou normas para que os passos anteriores possam ser cumpridos.
5. **Shitsuke (Autodisciplina)** – Motivar os colaboradores para a realização das tarefas anteriores

Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é um método simples que orienta as pessoas na implementação de ações que provoquem a mudança, a resolução de problemas ou a implementação de projetos. Este ciclo é constituído por quatro fases (Pinto, 2013):

1. **Planear:** planear a mudança, o projeto ou a intervenção e todas as alterações que serão necessárias.
2. **Fazer:** executar de acordo com o planeado.
3. **Verificar:** comparar o resultado obtido com o esperado e estudar os desvios existentes para no futuro poder atuar sobre eles.
4. **Atuar:** tomar ações sobre os resultados obtidos anteriormente, de modo a poder melhorá-los, e tornar a mudança definitiva caso tenha produzido os efeitos desejados.

Estas etapas podem ser efetuadas ciclicamente até alcançar o resultado desejado.

Standard Work

O *standard work* é uma das ferramentas mais importantes na implementação do TPM, uma vez que permite que as pessoas realizem as tarefas da mesma maneira. Assim, reduz-se a variabilidade dos processos e aumenta-se a independência dos operadores. As tarefas de manutenção uma vez tornadas uniformes, permitirão ao gestor da manutenção ter um planeamento dos recursos mais eficiente,

detetar desvios e incentivar a melhoria contínua do desempenho da manutenção. Assim, um trabalho normalizado é facilmente ensinado, melhorado e documentado (Pinto, 2013).

Outro requisito importante na padronização das tarefas é a sua formalização, isto é, reportar aquilo que se diz que se faz, adotando práticas formais de envolver e comprometer as pessoas com a melhoria contínua.

Cinco porquês (5W)

Os 5W, ou cinco porquês, é uma ferramenta de melhoria contínua aplicada para descobrir a causa raiz de um problema e consiste, basicamente, em perguntar “porquê” até se descobrir a verdadeira causa de um problema, isto é, a origem do problema. Uma vez detetada a origem do problema devem ser tomadas ações corretivas para a eliminar (Pinto, 2013).

Diagrama Causa-Efeito

Este diagrama também é conhecido por diagrama de *Ishikawa* e trata-se de uma ferramenta de análise baseada em processos de *brainstorming* para a resolução de problemas. Este diagrama pretende determinar as possíveis causas de um efeito (problema, acidente, defeito ou desperdício). Cada uma dessas causas é posteriormente repartida em causas mais específicas.

Este diagrama é uma das sete ferramentas básicas da qualidade. As outras são as seguintes: fluxograma, histograma, folhas de verificação, diagrama de Pareto, gráfico de controlo e gráfico de dispersão (Pinto, 2013).

Diagrama SIPOC

Os diagramas SIPOC (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers*) são úteis na fase inicial dos projetos para fornecerem informações antes do início da intervenção, no entanto também podem ser utilizados em qualquer outra fase do projeto para reavaliar o que tem sido feito. Este diagrama requer:

1. Identificar os clientes conhecidos (*Customers*);
2. Identificar as saídas do processo (*Outputs*);
3. Identificar entradas no processo (*Inputs*);
4. Identificar as principais atividades do processo (*Process*);
5. Identificar os fornecedores (*Suppliers*).

Gestão Visual

A gestão visual tem como objetivo aumentar a eficácia e eficiência das operações, após tornar as coisas mais visíveis. Isto permite também a simplificação de processos, diminuindo a dependência de sistemas informáticos e de procedimentos formais. Segundo Pinto (2013), a gestão visual é uma das soluções mais simples e económicas de implementar e que traz ganhos muito significativos ao nível da área da manutenção. Os sinais podem aparecer de diversas formas, desde sombras das ferramentas num quadro, marcas no chão ou paredes, luzes de sinalização, fardas de diferentes cores, etc.

Esta ferramenta está associada à prática dos 5S.

2.2.6 Benefícios da implementação TPM

A implementação do TPM assegura o aumento da produtividade, da qualidade dos produtos, a redução de falhas, redução de custos, o aumento da motivação dos operadores para trabalhar corretamente, num ambiente mais seguro e confiável (Ahuja & Khamba, 2008). Contudo, os últimos benefícios que se obtêm são a produtividade e a geração de lucros, através do aumento da disponibilidade dos equipamentos (Ahuja & Khamba, 2008). Esta metodologia também traz melhorias a nível do OEE, e verifica entre 14-45 % de redução de inventário, entre 18-45 % de redução de custos de manutenção, entre 65-80 % de redução de defeitos e *rework*, entre 65-78 % de redução de avarias, entre 90-98% de redução de acidentes e leva ao aumento das sugestões dos colaboradores, entre 32-65 % (Ahuja & Khamba, 2008).

Além destes benefícios, a implementação do TPM traz benefícios intangíveis, a nível de imagem da empresa e possibilita o aumento do número de encomendas e clientes. Após a introdução de atividades de manutenção autónoma, os operadores cuidam dos equipamentos que operam, sem a necessidade de ordens superiores. Com isto, é possível alcançar as zero falhas, zero defeitos e zero acidentes, o que torna os operadores mais confiantes nas suas habilidades e mostra à empresa a importância dos colaboradores no alcance dos objetivos globais. A implementação do TPM transmite motivação através de formações dadas, felicitações e o anúncio da importância dos operadores no alcance dos objetivos. Outro benefício é a mudança favorável de atitude dos operadores, através do cumprimento de objetivos com a ajuda de trabalho em equipa, onde são partilhados conhecimentos e experiências (Ahuja & Khamba, 2008).

O TPM ajuda a organizar as atividades de manutenção através das seguintes ações (Eti, Ogaji, & Probert, 2004):

- O operador sente-se dono do próprio equipamento, graças à manutenção autónoma, no qual este tem responsabilidade pelo seu cuidado primário. Ou seja, através de atividades que incluem limpeza, inspeção diária, lubrificação, ajustes, reparações simples, e toda a limpeza da zona envolvente.
- Constituição de equipas multifuncionais, desde operadores, técnicos de manutenção, engenheiros e gestores para melhorar a relação pessoal e o desempenho do equipamento.
- Criar um plano de manutenção autónoma e de manutenção preventiva, de modo a prolongar o tempo de vida útil do equipamento.

Segundo Eti, Ogaji, & Probert (2004), a implementação do TPM torna os operadores mais autónomos e críticos, e estes progridem em situações tais como:

- Melhor avaliação do desempenho dos equipamentos, em termos de OEE, e determinação das razões para não conseguirem alcançar o expectável;
- Avaliação crítica do equipamento para determinar quando valerá a pena fazer investimentos;
- Equipas de trabalho mais cooperativas, diminuindo a rivalidade competitiva entre a produção e a manutenção;
- Melhoria de procedimentos, com vista a um serviço mais eficiente e com menores custos;
- Aumento do entusiasmo, motivação e envolvimento de todos.

2.2.7 Manutenção autónoma

A manutenção autónoma é um dos pilares do TPM e o patamar mais elevado desta metodologia no que concerne à manutenção. Este pilar pretende o envolvimento de todos os operadores na realização de tarefas básicas de manutenção, libertando o departamento da manutenção para as tarefas mais importantes. A participação dos operadores na manutenção autónoma deve ser voluntária e vai sendo desenvolvida nas pessoas à medida que estas vão ganhando mais autonomia (Pinto, 2013).

A manutenção autónoma tem como objetivo manter o equipamento limpo, lubrificado e com os componentes todos devidamente fixados, de modo a diminuir a deterioração e prevenir falhas dos equipamentos (Eti, Ogaji, & Probert, 2004). Na vertente humana, tem como objetivo desenvolver flexibilidade nos operadores para operarem e manterem os equipamentos e motivar a sua participação de modo a eliminar os defeitos na fonte (Pinto, 2013). A implementação da manutenção autónoma consiste em oito passos (Pinto, 2013):

1. Limpeza inicial;

2. Localizar as fontes de sujidade;
3. Tornar o equipamento de limpeza mais fácil;
4. Uniformizar as atividades de manutenção;
5. Aprender práticas de inspeção-geral;
6. Orientar para a inspeção autónoma;
7. Organizar as áreas de trabalho;
8. Iniciar a autogestão.

Passo 1 - Limpeza Inicial

Neste primeiro passo os colaboradores da produção apercebem-se de como a limpeza dos equipamentos deve ser feita. Isto permite também a verificação de anomalias no equipamento, como fugas de óleo, ferrugem, empenos, etc. Contudo, este passo pretende que os colaboradores vivam as dificuldades, vendo e ouvindo o equipamento, de modo a tornarem-se conscientes das anomalias que poderão ser reparadas (Pinto, 2013).

Passo 2 – Localizar as fontes de sujidade

O passo número dois tem como objetivo eliminar as causas que possam provocar uma deterioração precoce do equipamento, com o auxílio das pessoas que são encorajadas para tal. A deterioração pode ter duas causas: o equipamento e comportamento humano. No que diz respeito ao equipamento, estão incluídos o desgaste e o envelhecimento causado pela sujidade, que com o evoluir do tempo deteriora os seus componentes vitais. Por outro lado, a deterioração pode ser comprometida pela vertente humana se os colaboradores não realizarem as tarefas que é suposto realizarem. Nesta etapa também se procura eliminar as fontes de sujidade através da melhoria dos equipamentos. (Pinto, 2013).

Passo 3 - Tornar o equipamento mais fácil de limpar

Este passo pretende simplificar a forma como os colaboradores alcançam as áreas de difícil inspeção e limpeza, reduzindo o tempo total necessário para estas tarefas. Nesta fase também devem ser introduzidas melhorias nas tarefas de limpeza e lubrificação de modo a melhorar a eficiência da manutenção. Todos os resultados de melhoria devem ser divulgados, de forma a incentivar as pessoas a continuar a desenvolver um bom trabalho (Pinto, 2013).

Passo 4 - Uniformizar as atividades de manutenção

É nesta fase que devem ser criados procedimentos de trabalho da manutenção e padrões do comportamento humano. Para isso, devem ser listados, em primeiro lugar, todos os aspetos importantes na prevenção para posteriormente os converter em atividades de manutenção autónoma. Contudo, estes padrões devem ser alvo de melhoria contínua, como todos os passos de implementação de manutenção autónoma e metodologia TPM, de modo a elevar os níveis de qualidade e desempenho do equipamento.

Passo 5 - Aprender práticas de inspeção-geral

É importante que os colaboradores da produção e os da manutenção consigam estipular os parâmetros normais e ótimos de funcionamento dos equipamentos, quantificando-os. Isto permite que todos os envolvidos adquiram formação multidisciplinar em aspetos relacionados com o equipamento ou com o processo, em áreas como: pneumática, hidráulica, eletricidade, lubrificantes e refrigerantes, e segurança. O objetivo é reduzir a deterioração causada pelo comportamento humano.

Passo 6 - Inspeção autónoma

Este passo é a evolução do anterior. Uma vez dominada a inspeção geral, será agora fornecida informação necessária (procedimentos de inspeção, manuais de trabalho, etc.) para se fazer uma inspeção periódica e ajustamentos. À medida que os colaboradores vão dominando este assunto, podem validar e reajustar as necessidades de inspeção. Neste ponto os operadores já se devem sentir capazes de distinguir se o equipamento está a operar corretamente e tomar ações caso se verifique alguma anomalia (Pinto, 2013).

Passo 7 - Organizar as áreas de trabalho

Após os últimos seis passos serem realizados, os operadores devem agora organizar o seu posto de trabalho, começando por definir os pontos de inspeção obrigatórios no equipamento, organizar as ferramentas e materiais essenciais ao posto de trabalho, nas quantidades estritamente necessárias, e por último definir os padrões de trabalho e de responsabilidades (Pinto, 2013).

Passo 8 - Autogestão

Esta é a última fase da manutenção autônoma e por isso, nesta fase os colaboradores envolvidos já devem ser capazes de gerir autonomamente as suas atividades e o programa TPM, não descuidando da necessidade contínua de reformulações, quer a nível de atividades, quer a nível de envolvimento de pessoas neste processo de melhoria. Assim, nesta fase pretende-se que sejam registadas todas as informações sobre o equipamento para posterior análise e que pode auxiliar na definição de novos parâmetros para a melhoria da fiabilidade, manutabilidade e operacionalidade do equipamento (Pinto, 2013).

3. APRESENTAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo será apresentada uma breve caracterização do Grupo IKEA, *IKEA Industry* e mais especificamente da *IKEA Industry Portugal*, onde foi realizada a presente dissertação. É também apresentada a estrutura organizacional da empresa, quais os produtos produzidos nesta unidade fabril e, posteriormente, é explicado o processo produtivo da fábrica BOF, uma das fábricas da *IKEA Industry Portugal*, que foi onde incidiu o projeto.

3.1 IKEA e Grupo Swedwood

O Grupo IKEA é uma empresa de origem sueca, fundada por Ingvar Kamprad em 1943, e que é atualmente controlada por um conjunto de corporações que se localizam nos Países Baixos.

A empresa começa com a ideia de oferecer uma gama de produtos de decoração, a um preço acessível e combinando função, qualidade, *design* e valor.

Com o rápido crescimento da empresa e com a incapacidade de responder aos pedidos dos clientes, a IKEA criou o Grupo *Swedwood*, em 1991, na cidade de *Angelholm*. Este grupo tinha como principal objetivo assegurar a capacidade de produção de mobiliário para a empresa mãe, evitando ruturas no abastecimento de matéria-prima, que vinha a ser frequente. Desta forma, o Grupo *Swedwood* tornou-se o braço industrial da IKEA, produzindo exclusivamente para esta.

Desde a sua criação até então, o grupo *Swedwood* registou um crescimento anual de 20% a 25%. Consequentemente, ambicionando tornar-se uma empresa cada vez mais competitiva e líder no mercado do mobiliário, durante o ano fiscal de 2013, o Grupo IKEA sofreu uma reestruturação, unindo-se ao grupo *Swedwood*, *Swedspan* e *IKEA Industry Investment & Development*, formando a *IKEA Industry*, gerida pela mesma estrutura. Assim, contribuiu para uma gestão mais eficiente, facilitando a cooperação e partilhando as melhores práticas entre elas. A nova estrutura da IKEA é mostrada na Figura 10.



Figura 10 - Organização do Grupo IKEA após reestruturação (adaptado de IKEA *Inside*)

3.2 IKEA *Industry*

A IKEA *Industry* sofreu um crescimento exponencial, registando-se no ano fiscal de 2013, 44 unidades de produção distribuídas por 11 países (China, França, Hungria, Letónia, Lituânia, Polónia, Portugal, Rússia, Eslováquia, Suécia e EUA) e com mais de 19000 colaboradores. Tem como principal objetivo criar valor acrescentado para o cliente em termos de preço e qualidade, adaptar-se às variações da procura, aumentando a capacidade que usualmente é difícil de encontrar em situações de monopólio e adicionar competências de produção para a IKEA e fornecedores.

3.2.1 Papel, missão e valores

“Criar um melhor dia a dia para a maioria das pessoas” é a visão apresentada pelo grupo IKEA, empresa orientada por valores e apaixonada pela vida em casa, tendo como ideia de negócio “oferecer uma vasta gama de produtos funcionais e com um bom *design* a preços tão baixos que a maioria das pessoas pode comprá-lo”. Para isso é necessário otimizar a cadeia de valor criando valor no cliente final em termos de preço e qualidade, aumentar a capacidade para crescimento em categorias estratégicas, apostar em relações a longo prazo com os fornecedores e adicionar competências de produção tanto aos fornecedores como à produção IKEA.

A missão da IKEA é a seguinte: “entregar o máximo valor acrescentado ao cliente, desenvolvendo capacidades de produção, onde possamos criar uma vantagem única. Juntos, contribuimos para toda

a cadeia de valor com o nosso conhecimento industrial e somos o bom exemplo em todos os aspetos de negócio e pessoas.”

Com vista ao sucesso, o grupo IKEA *Industry* definiu 10 valores fundamentais, mostrados na Figura 11, acreditando que a missão, o conceito e o papel do IKEA só são conseguidos quando cumpridos.

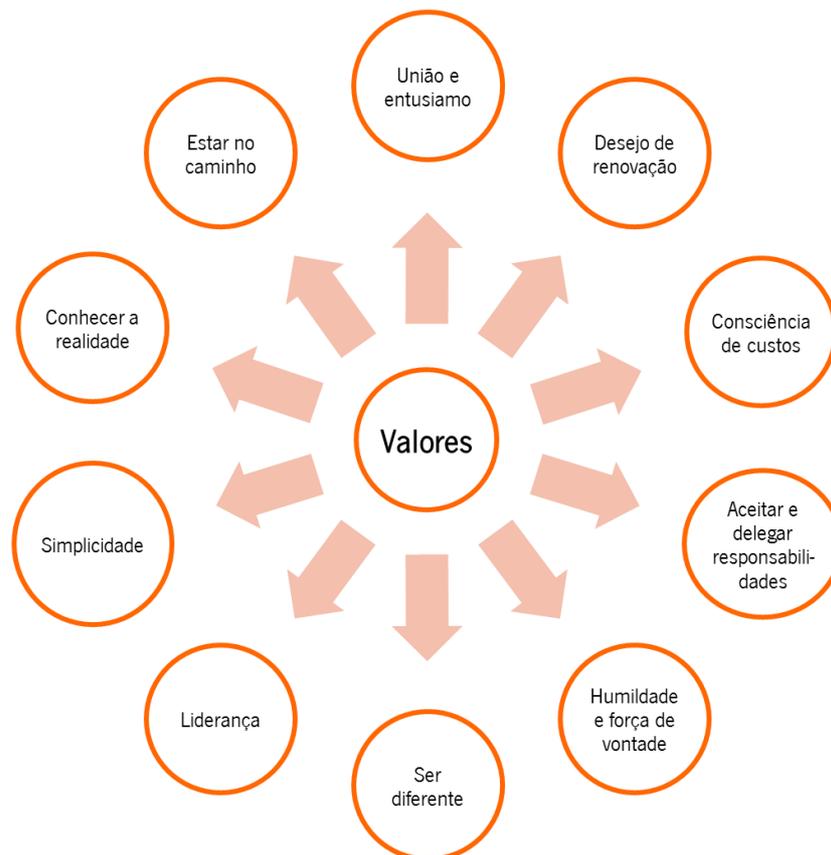


Figura 11 - Valores da IKEA *Industry*

3.2.2 Cadeia de valor

De maneira a alcançar a excelência pretendida, a IKEA *Industry* controla toda a cadeia de valor, desde a gestão das florestas, corte de madeira, produção, vendas e distribuição até ao cliente final, assegurando que todas as operações decorrem dentro dos parâmetros estabelecidos.

3.2.3 SWOP

A filosofia adotada pela IKEA *Industry* Portugal é designada de SWOP (*Swedwood Way of Production*) que é uma adaptação do *Lean Production* à empresa. Esta filosofia é caracterizada pela IKEA *Industry*

como uma “estratégia de gestão operacional e uma filosofia de melhoria contínua que vai para além da melhoria de produtividade” e é implementada em várias etapas como mostra a Figura 12.

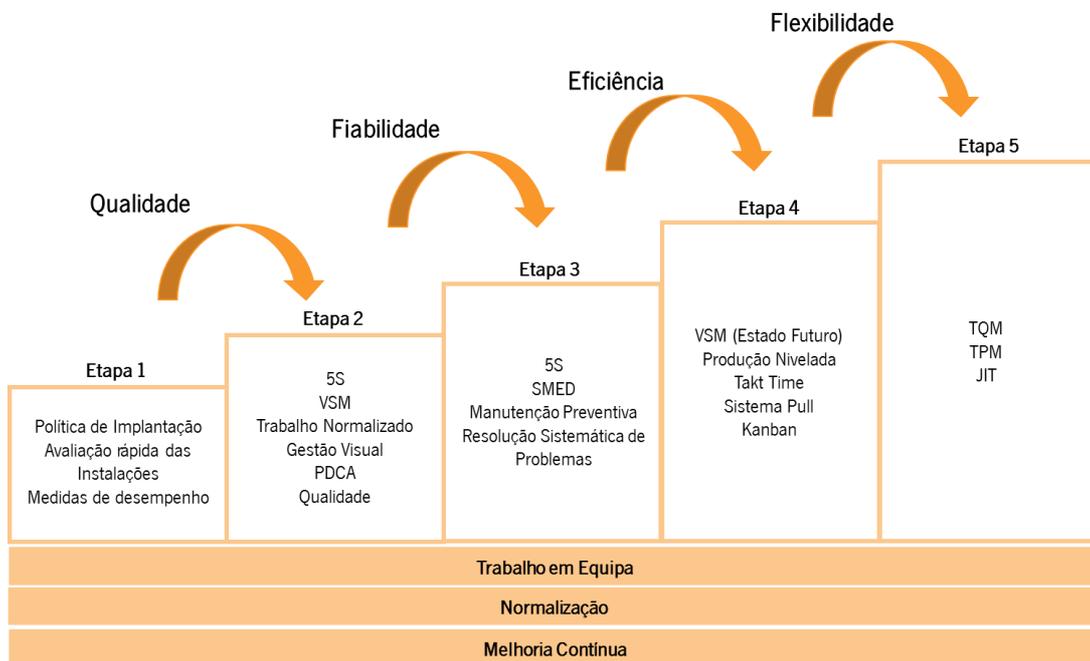


Figura 12 – Metodologia SWOP

Esta estratégia operacional baseia-se em três princípios:

1. Trabalho em equipa – formação de equipas para um melhor desempenho do operador;
2. Normalização – esforço para que todos realizem as tarefas da mesma forma;
3. Melhoria contínua – empenho de toda a empresa em melhorar, de modo a reduzir a ocorrência de erros e aumentar a eficiência.

Assim, a metodologia SWOP pode ser dividida em cinco etapas. Na primeira é pretendido perceber o que o cliente deseja e, por isso, são utilizadas técnicas como a Política de Implantação, que consiste em definir um método estruturado de consolidação de objetivos do negócio, em ações detalhadas; avaliação rápida das instalações que permitem avaliar a eficiência da fábrica, e as Medidas de desempenho. A segunda etapa consiste na análise do processo e para isso são utilizadas técnicas como os 5S, VSM, Trabalho normalizado, Gestão Visual, o ciclo PDCA e a Qualidade. Já na terceira etapa o objetivo é estabelecer e simplificar os métodos produtivos e para isso são utilizadas as técnicas: 5S, SMED, Manutenção Preventiva e a Resolução Sistemática de Problemas. Na etapa seguinte, a quarta, o pretendido é passar o modelo de produção de *Push* para *Pull* e, desta forma, a produção inicia-se com ordens do cliente. Para isso são utilizadas ferramentas como o VSM futuro, Produção Nivelada, *Takt Time*, Sistema *Pull* e *Kanban*. Na última fase de implementação o objetivo é reduzir a ocorrência de desperdícios, sendo utilizadas ferramentas como o TQM, TPM e JIT.

3.2.4 Medidas de Desempenho

A IKEA *Industry* definiu um conjunto de medidas de desempenho que permite avaliar periodicamente a situação atual do sistema e pensar em ações que possam aumentar o rendimento. A empresa acredita que tão importante como adotar diretamente as medidas financeiras, é também adotar medidas não financeiras, pois estas estão implícitas nas primeiras, isto é, se existir uma melhoria nas medidas não financeiras, as financeiras têm um retorno igualmente positivo.

Devido à dimensão da empresa, medir o desempenho global da empresa tornar-se-ia uma tarefa bastante árdua, uma vez que seria impossível saber os fatores que estariam a influenciar as medidas e como estes poderiam ser melhorados. Deste modo, decidiu-se avaliar as medidas de cada área de produção, para posteriormente, numa reunião mensal, serem discutidos pelos responsáveis de cada área e da fábrica, resultando assim em novos planos de ações para tentar melhorar o desempenho da organização.

As medidas de desempenho não financeiras avaliadas pela IKEA *Industry* Portugal são a Eficiência, o Absentismo, a Taxa de Avarias, a Sucata, o Retrabalho e as Horas Extraordinárias. Contudo, considera-se a eficiência como a medida com maior importância. O cálculo da eficiência resulta do produto entre a disponibilidade (horas trabalhadas/horas previstas de trabalho) e o desempenho (total real de *output*/total previsto de *output*). Para o cálculo das horas previstas de trabalho, não são contabilizadas as paragens para tarefas de M1N, refeições, reuniões, formações, manutenção preventiva, *Rework*, entre outras, por se tratarem de paragens planeadas.

3.3 KEA *Industry* Portugal

A IKEA *Industry* Portugal representa uma das fábricas do Grupo IKEA *Industry*, localiza-se em Paços de Ferreira, no norte de Portugal, dada a sua privilegiada localização (fácil acesso ao transporte marítimo) para abastecer os mercados asiáticos. A sua construção foi iniciada em Abril de 2007 e inaugurada em Maio de 2008, representando um investimento de cerca de 135.000.000€ e constituindo o maior centro de produção do grupo.

A fábrica apresenta uma área total de cerca de 170.000m² de área coberta, num total de 370 000 m², e emprega aproximadamente 1500 colaboradores, a operar em três turnos de 7,5 horas (com 30 minutos de almoço) durante 5 dias por semana. Esta unidade industrial está dividida em 2 fábricas: a *Pigment Furniture Factory* (PFF), direcionada para a produção de frentes de cozinha, e a *Board on Frame* (BOF) onde é produzido mobiliário de escritório. Por sua vez, a unidade BOF está dividida em

duas fábricas: a *Lacquer& Print* e *Foil*. Além destas fábricas, há também o *Warehouse*, onde são armazenados todos os produtos acabados, provenientes das outras fábricas.

A Figura 13 ilustra a unidade fabril descrita acima.

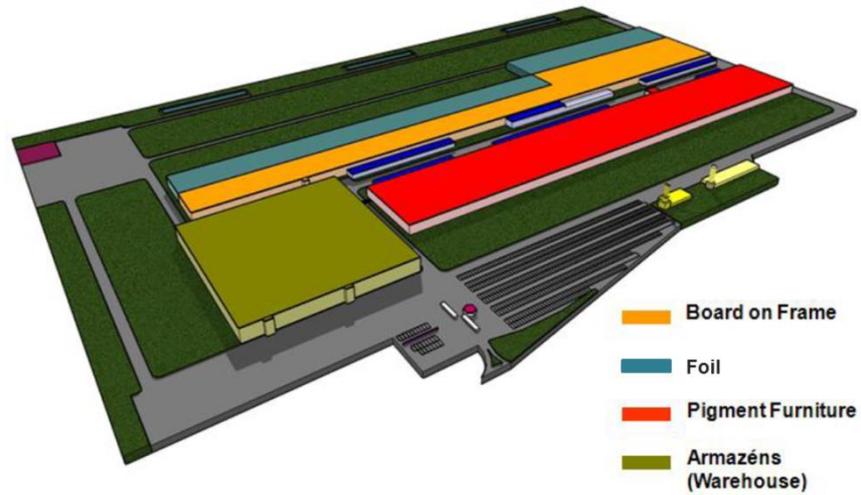


Figura 13 - Planta IKEA *Industry* Portugal

3.3.1 Organização IKEA *Industry* Portugal

A IKEA *Industry* está organizada em diversos departamentos, conhecidos por funções suporte à fábrica. Esta divisão tem como objetivo abranger todas as áreas necessárias e tornar funcional a produção de mobiliário. Consiste numa estrutura vertical, onde são evidentes os níveis da hierarquia, estando todas as funções bem definidas, como se pode ver no organograma da Figura 14.

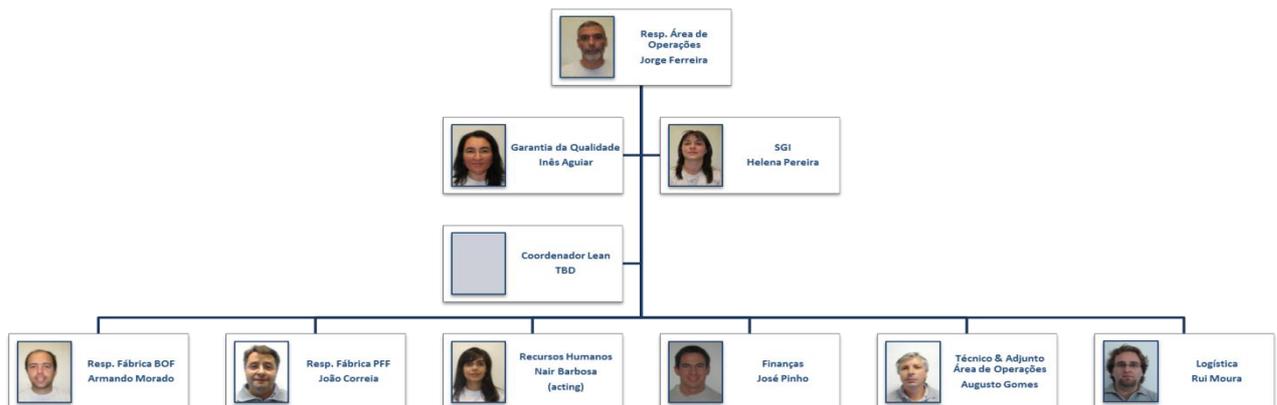


Figura 14 - Organograma primeiro nível da IKEA *Industry* Portugal

3.3.2 Produtos IKEA

Atualmente existe uma vasta gama de produtos fabricados na IKEA *Industry*, divididos em duas categorias principais: *Board on Frame (BOF)* e *Flat Line*.

O sector *BOF* está associado a móveis tipo *sandwich*, como mesas, estantes e camas. Este tipo de construção é caracterizado pelo enchimento dos componentes com papel favo de mel ou *honeycomb*, tornando a produção de baixo consumo de matérias-primas e baixo custo. São considerados móveis de estrutura mais leve e muito resistente.

No sector *Flat Line*, os componentes são produzidos através de melamina, material mais denso que o utilizado na *BOF*. Posteriormente são pintados ou envernizados, dependendo do modelo.

A Figura 15 ilustra alguns dos produtos fabricados na fábrica *BOF*.



Figura 15 - Exemplos de produtos da fábrica BOF IKEA *Industry* Portugal

3.3.3 Fábrica BOF

A fábrica BOF, onde foi realizada esta dissertação, mais concretamente no departamento de manutenção, opera 5 dias por semana com 3 turnos diários, o que significa que há produção 24 horas por dia.

Para melhor compreender o problema em análise é necessário descrever o processo produtivo.

Como já foi referido, a unidade fabril BOF está dividida em duas fábricas: *Lacquer& Print* e a *Foil*. A principal diferença entre elas é que na *Lacquer&Print* as placas de madeira são pintadas, enquanto na *Foil* são lhes aplicadas um papel de cor (*filler*).

3.3.4 Fases do processo produtivo

Cutting

A produção de móveis inicia-se na área *Cutting*, onde se dá o corte automático de placas de aglomerado de madeira (*High Density Fiberboard (HDF)*), Melaminas, e *chipboard (MDF)* que estão

previamente armazenadas no armazém de matéria-prima, conforme o plano de corte previamente estabelecido. Após o corte, dá-se a criação de fluxos de materiais: as placas de HDF são diretamente enviadas para a área da *Coldpress*, o *chipboard* para os *Frames* e a Melamina cortada para a área da *Edgeband&Drill*. Ainda na área do corte foi instalada recentemente a linha PBP que procura reduzir o desperdício proveniente do corte. Esta linha cola as placas desperdiçadas anteriormente, através de eletromagnetismo, e volta a cortar segundo as medidas pretendidas.

A área do corte é partilhada por ambas as fábricas *Lacquer&Print* e *Foil* e, portanto, é importante que haja capacidade para abastecer as duas linhas.

A fábrica *Lacquer&Print* é constituída pelas áreas *Frames*, *Coldpress*, *Edgeband&Drill* (EB&D) e *Lacquering*.

Frames

A área das *Frames* é abastecida pelo *chipboard* cortado em ripas e cubos, na área do *cutting*, anteriormente descrita. É nesta área que são montados os caixilhos de madeira, colados a altas temperaturas e de acordo com um esquema pré-definido. Estas estruturas vão servir de suporte para a colocação de HDF e *honeycomb*.

Nesta área o trabalho é bastante simples, feito manualmente e recorrendo apenas ao uso de cola.

Coldpress

As molduras construídas nos *Frames* são preenchidas com um tipo de papel específico, *honeycomb* ou favo de mel, que concede às placas a rigidez necessária para suportar cargas propícias à sua utilização. Este papel deve ter a altura da *frame*, para que não haja espaço vazio entre o papel favo de mel e as placas, que serão colocadas posteriormente, e as tornem mais suscetíveis a quebras. Ainda nesta área são coladas as placas de HDF de ambos os lados da moldura, de modo a formar a placa BOF, conhecida como montagem *sandwich*. Posto isto, as placas BOF são prensadas a frio para obter uma consistência duradoura.

Antes das placas seguirem para a EB&D, devem ter um tempo de cura de 2 horas.

Edgeband & Drill

A *Edgeband&Drill* é constituída por três linhas, onde duas delas se dedicam às placas BOF provenientes da *Coldpress*, e uma delas dedica-se exclusivamente às melaminas provenientes

diretamente do *Cutting*. São três linhas muito semelhantes entre si e responsáveis pela colocação da orla e furação das placas que contribuirão para a montagem final. A orla aplicada já tem a cor final do produto e nesta etapa o controlo de qualidade é mais apertado.

Os produtos de melaminas são depois enviados diretamente para o *Packing* para embalar e os produtos BOF continuam a ser processados posteriormente no *Lacquering*.

Lacquering

É no *Lacquering* que são pintadas as peças BOF, uma vez que as melaminas já vêm pintadas do fornecedor. Esta área é constituída por duas linhas exatamente iguais onde se pode pintar com as cores e efeitos disponíveis, no entanto por questões estratégicas e na tentativa de diminuir os tempos de mudança, as duas linhas nunca pintam a mesma cor em simultâneo.

De forma a reduzir o risco de enviar produtos com defeitos ao cliente final, existe no final de cada linha um posto de controlo de qualidade, onde a inspeção é realizada visualmente.

Quanto à fábrica *Foil*, o processo é muito semelhante. Esta unidade fabril é constituída pelas áreas *Board on Style (BOS)*, *Foil&Wrap (F&W)* e *Edgeband&Drill (EB&D)*.

Board on Style - FOIL

Nesta área da fábrica *FOIL*, o processo é idêntico ao realizado nos *Frames & Coldpress* da fábrica *Lacquer&Print*, no entanto é um processo muito mais automatizado. Os painéis resultantes da montagem nesta área passam de seguida para a *Foil&Wrap*.

Foil&Wrap - FOIL

Esta área é constituída apenas por uma linha, a *Complete Line*. Esta linha é responsável por arredondar ligeiramente as laterais das placas, confinando um aspeto mais estético ao produto. É considerada o gargalo da fábrica e, por isso, possui um *buffer* que permite armazenar os painéis resultantes da primeira fase da linha, na eventualidade desta parar por algum motivo. Na segunda parte da linha é colocado o papel, passando posteriormente pela zona de inspeção. Estas placas são cortadas nesta área em peças mais pequenas, consoante o plano de produção.

Edgeband&Drill - FOIL

A *Edgeband&Drill* da Foil é muito semelhante à *Edgeband&Drill* da Lacquer&Print, sendo por isso o processo produtivo muito semelhante e, por isso, é dispensável descrevê-lo novamente. Contudo, esta área tem uma particularidade, possui uma quarta linha, a *Insert Line*, responsável pela inserção de *nut's* (espécie de parafusos, utilizados apenas em alguns produtos). Aqui há também um *buffer* automático de dimensões superiores (*CLOUD*), que armazena produto antes deste passar para o Packing.

Paralelamente a esta área, em termos geográficos, existe a área de *Rework*, onde são realizadas reparações de peças defeituosas provenientes da fábrica BOF.

Packing

A zona de embalagem é a última etapa do processo produtivo de todos os produtos finais provenientes das áreas de produção anteriores. Aqui também são embalados acessórios que auxiliam o cliente na montagem do móvel, como instruções de montagem, parafusos, pernas de mesas, etc. Esta área está dividida em três linhas adaptadas aos produtos, duas delas responsáveis pelo embalagem em cartão e outra em plástico, de acordo com as especificações técnicas da IKEA. Deste modo, cada componente é colocado na embalagem de acordo com as instruções pré-definidas. O aspeto mais importante a ter em conta é a ordem pelo qual os componentes são embaladas e a correta identificação.

Nesta área existe um armazém responsável pelo abastecimento de material necessário no embalagem, como cartão, caixas, parafusos, etc..

Warehouse

Depois do produto ser embalado, e antes de ser enviado para o cliente final, é armazenado no *Warehouse*. Este espaço não faz parte diretamente do sistema produtivo, mas torna-se essencial à correta gestão do inventário, uma vez que a existência de erros pode levar a ordens de produção desnecessárias.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE CRÍTICA DA SITUAÇÃO ATUAL

Neste capítulo é apresentado o departamento de manutenção, a forma como ele trabalha e como é feita a manutenção autónoma na empresa. Pretende-se também analisar as paragens das linhas e o impacto que estas têm a nível global.

4.1 Departamento da Manutenção

O departamento de manutenção é considerado na *IKEA Industry* um dos departamentos com um nível de importância mais elevado e com grande responsabilidade, uma vez que se trata de uma indústria muito mecanizada e automatizada e por isso, qualquer paragem não programada de um equipamento pode comprometer o cumprimento dos objetivos globais da empresa.

No departamento de manutenção da fábrica BOF, o controlo da manutenção é feito através de um conjunto de ferramentas de suporte, que permitem registar e auxiliar a realização das tarefas de manutenção. Deste modo, todas as intervenções podem ser registadas, favorecendo a boa comunicação não só no departamento como entre os vários departamentos.

Atualmente, todas as tarefas de manutenção corretiva e preventiva realizadas nos equipamentos são registados num *software* designado *Maintmaster*. Também relacionado com as intervenções preventivas, existem nos quadros de manutenção, junto aos quadros de linha, registos de manutenção preventiva que são preenchidos pelos técnicos de manutenção consoante as tarefas planeadas para o ano e que constam no *Maintmaster*.

Uma vez que este projeto se centra nas intervenções de manutenção autónoma, designada manutenção de primeiro nível (M1N) na fábrica, haverá maior destaque deste tema.

Assim, no que concerne a este tema, o registo das ações de manutenção de primeiro nível é feito tanto manualmente como também num *software* relativamente recente, designado *Operator*. Para este tipo de intervenções existe igualmente um *template* para registo das tarefas; este encontra-se também nos quadros de manutenção, junto aos quadros de linha, onde é apontado pelo *line leader* se as tarefas de manutenção foram ou não realizadas, conforme o previsto. Este *template* é, posteriormente, recolhido por um colaborador da manutenção, a cada cinco semanas e simplesmente arquivado. Estes *templates* permitem registar em que dias a manutenção foi feita, em que equipamentos/postos de trabalho existiram as operações, consoante a semana, e que tarefas foram realizadas: diária, semanal, quinzenal e mensal. Contudo, após uma simples análise, e também derivado de conversação com os operadores, foram detetadas diversas falhas. Em primeiro lugar, e ao nível da estrutura do *template*,

como este registo é alterado a cada 5 semanas, as tarefas mensais e quinzenais não possuem seguimento temporal, isto é, o registo acaba com espaço para marcar a realização das tarefas nas periodicidades referidas e começa com espaço de registo para essas mesmas tarefas. Consequentemente, há mais tarefas por mês do que o realmente planeado. Além disso, e como já foi referido, estes *templates* apenas são armazenados, não havendo qualquer tipo de tratamento de dados. Um dos motivos que explica esta situação é o facto da informação que este registo contém não ser fidedigna, pois por vezes as tarefas de manutenção de primeiro nível não são realizadas e o *line leader* – pessoa destacada entre os operadores de cada área, para assegurar o correto funcionamento da linha onde opera - assinala o contrário e vice-versa. Apesar destes problemas, os operadores consideram importante a existência deste registo pois permite a pessoas externas ter conhecimento da regularidade das tarefas, uma vez que muita da informação registada retrata a realidade. O Anexo I mostra um registo de M1N de uma área da fábrica.

De maneira a verificar e controlar a boa realização e sucesso das tarefas de M1N, são feitas auditorias mensalmente. Embora as auditorias tragam vantagens a nível organizacional, não são suficientes para tirar conclusões acerca das intervenções em questão, uma vez que não avaliam se a periodicidade da realização das tarefas corresponde ao planeado e se as tarefas estão a ser realizadas corretamente. Tratando-se de tarefas de limpeza, lubrificação e inspeção, tarefas estas fundamentais para o correto funcionamento do equipamento, era importante que pontos mais técnicos fossem avaliados, como a limpeza e lubrificação de componentes específicos, por pessoas que dominam o equipamento. No entanto, estas auditorias focam-se, maioritariamente, na conformidade da documentação existente, isto é, se os documentos estão bem preenchidos, o seu preenchimento está atualizado e no devido local. O Anexo II expõe o template utilizado nas auditorias de M1N.

Como já foi referido anteriormente, o *software Operator*, que foi desenvolvido recentemente para apoio aos diversos departamentos da fábrica, permite o registo diário, por parte dos *foremans* – pessoa destacada entre os operadores para ser responsável pela produção de cada área – de todas as paragens que ocorram nas linhas, o motivo da paragem e o tempo a ela associado. Este *software* permite assim, registar, entre outras, as paragens associadas às avarias e às tarefas de manutenção de primeiro nível.

De maneira a facilitar o acesso à informação, tais como procedimentos, instruções e outros documentos internos, existe uma plataforma *online*, comum às duas fábricas, onde se podem consultar grande parte das instruções de *standard work* dos vários departamentos, nomeadamente instruções de manutenção de primeiro nível. Esta plataforma de gestão documental, denominada RISI,

permite também uma fácil atualização das instruções existentes e a sua partilha pelos diversos colaboradores, sendo fácil o acesso.

4.2 Linhas de produção analisadas para o desenvolvimento do projeto

Foram escolhidas as linhas 1 e 2 da *EB&D* da *L&P* para desenvolvimento deste projeto, devido à necessidade da continuidade de um projeto desenvolvido anteriormente no âmbito da manutenção autónoma e que necessitava de algumas reformulações. Nestas linhas, a manutenção de primeiro nível (M1N), é feita diariamente e com a duração teórica de 90 min. No entanto, a maior parte das vezes dura menos devido a ordens superiores. O que se tem verificado é que grande parte das vezes, os operadores aproveitam os tempos de paragem para *setup* e fazem as tarefas de manutenção. Contudo, como um dos objetivos da produção é reduzir os tempos de *setup*, que são bastante significativos, as tarefas de manutenção também não assumem a importância que deveriam assumir e, portanto, a limpeza a ela associada é insuficiente, o que pode originar avarias. Estas tarefas são realizadas pelo mesmo turno durante um mês, o que permite uma melhor gestão das tarefas realizadas e maior responsabilidade, por parte dos operadores, das paragens resultantes por má realização das tarefas. No entanto, continua a verificar-se que apesar de ter havido uma ligeira melhoria na redução das paragens das linhas, estas ainda são significativas e afetam a eficiência da empresa.

Antes de analisar os indicadores de desempenho destas duas linhas (linha 1 e linha 2), é importante referir que estas linhas são iguais, possuem o mesmo número de equipamentos, do mesmo fornecedor, mas com produções diferentes. A linha 1 é dedicada à produção de melaminas que já chegam do fornecedor com a cor final do produto. Este é um material com menor altura que as placas BOF, que são trabalhadas nas linhas 2 e 3, e é muito mais denso, o que provoca maior desgaste das ferramentas e há grande sensibilidade a nível de qualidade.

4.2.1 Análise do desempenho na EB&D

Como já foi referido na secção 4.1, a empresa possui um *software*, o *Operator*, que contém a informação referente a todas as paragens que ocorrem nas linhas, e que permite o cálculo de diversos indicadores, como a eficiência, a disponibilidade e o desempenho. Deste modo, através da análise desses valores é fácil perceber quais as principais paragens das linhas e quais os equipamentos onde se registam maior número de falhas.

Para o seguinte estudo recorreu-se aos resultados do mês de Abril, por se tratar do mês imediatamente após o ingresso do autor na *IKEA Industry* e após ter conhecimento completo sobre o modo da empresa operar.

O gráfico da Figura 16 ilustra o panorama do mês de Abril de 2015, da linha 1 da EB&D, em termos de tempos de carga para produzir, tempo de produção efetivo, tempos de *setup*, tempos de paragens por avarias e tempos de espera.

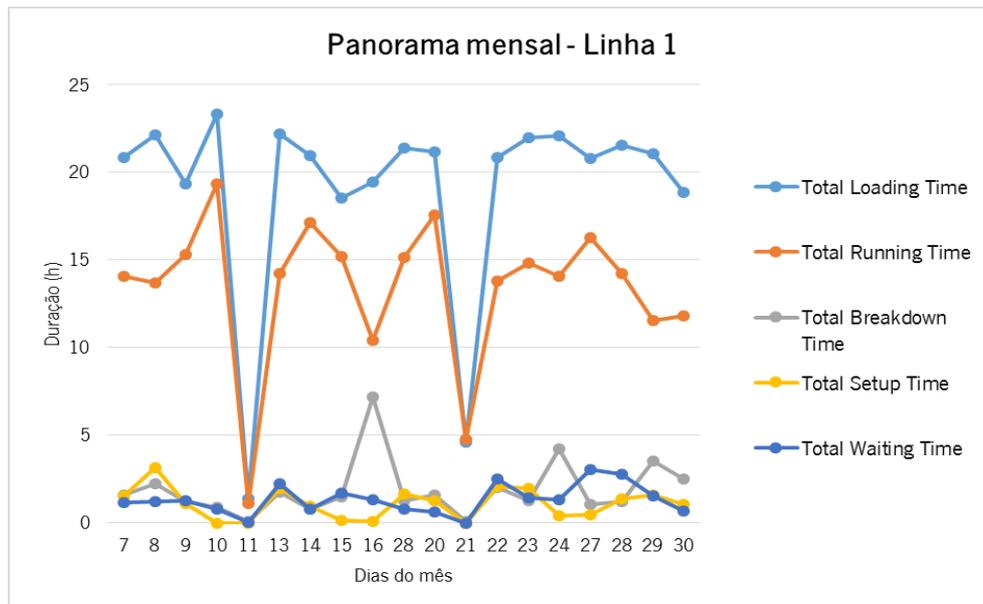


Figura 16- Panorama mensal da linha 1

Já o gráfico da Figura 17 mostra a disponibilidade, desempenho e eficiências médias diárias neste período. Decidiu-se agrupar os diversos fatores no mesmo gráfico, na Figura 16 e Figura 17, respetivamente, para se poder analisar com mais facilidade, no panorama mensal, como os diversos fatores se relacionam entre si.

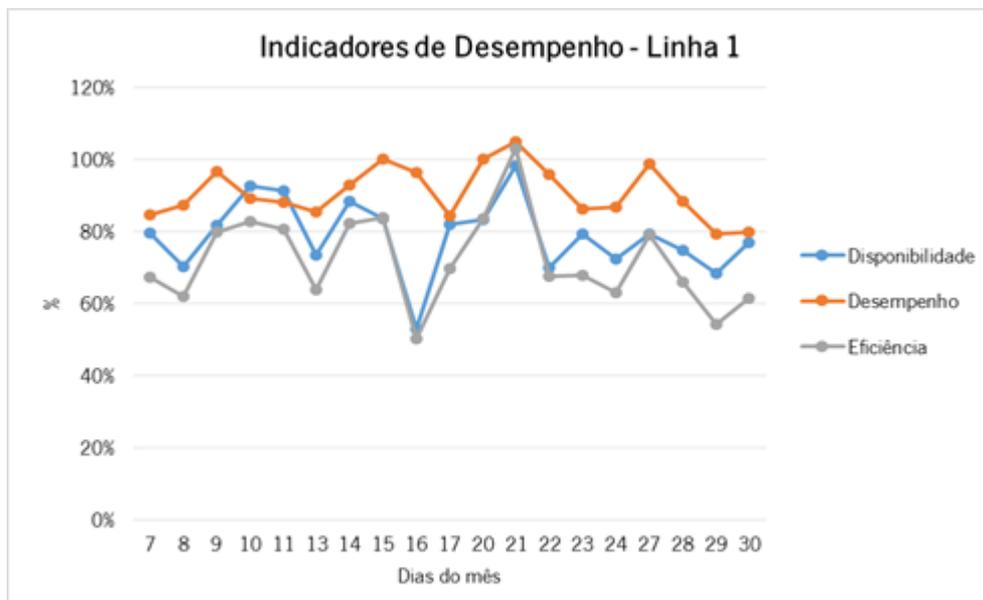


Figura 17 - Indicadores de desempenho da linha 1

Através da observação da Figura 16, é de notar que no dia 11 e dia 21 há um pico negativo nos tempos de carga. É importante salientar que se trata, respetivamente, de um sábado, onde não há produção planeada, e de um domingo, cuja produção apenas se inicia ao final do dia. Para além disto, verifica-se que nos dia 7, 9, 16, 28 e 30 de Abril, o tempo de produção foi bastante inferior ao tempo planeado de produção. Isto deve-se principalmente aos tempos de *setup* e de paragens por avarias que aumentaram neste período. Estes fatores interferem na eficiência e disponibilidade das linhas, como mostra a Figura 17. Analisando as duas figuras, em simultâneo, é notável que nos dias em que ocorrem mais avarias e *setups*, a eficiência e a disponibilidade é diretamente afetada, no entanto não interfere claramente no desempenho. Como já foi referido na secção 3.2.4 o cálculo da eficiência resulta do tempo disponível dos equipamentos para operar (horas trabalhadas/horas previstas de trabalho).

No caso da linha 2, à semelhança do que acontece na linha 1, decidiu-se agrupar os diversos fatores de modo a ser mais perceptível a relação que têm entre si, como se pode ver na Figura 18 e Figura 19.

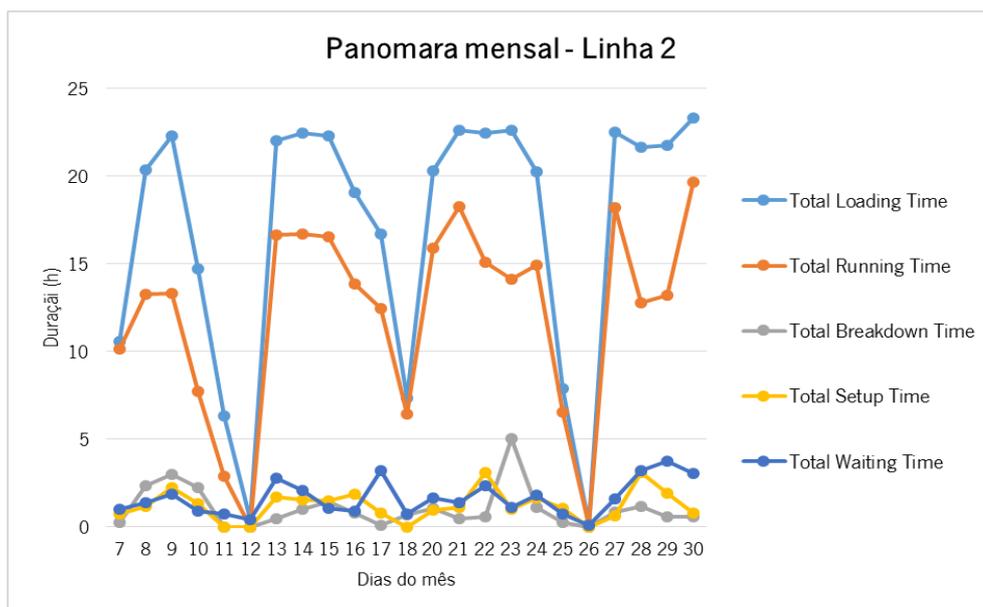


Figura 18 - Panorama mensal da linha 2

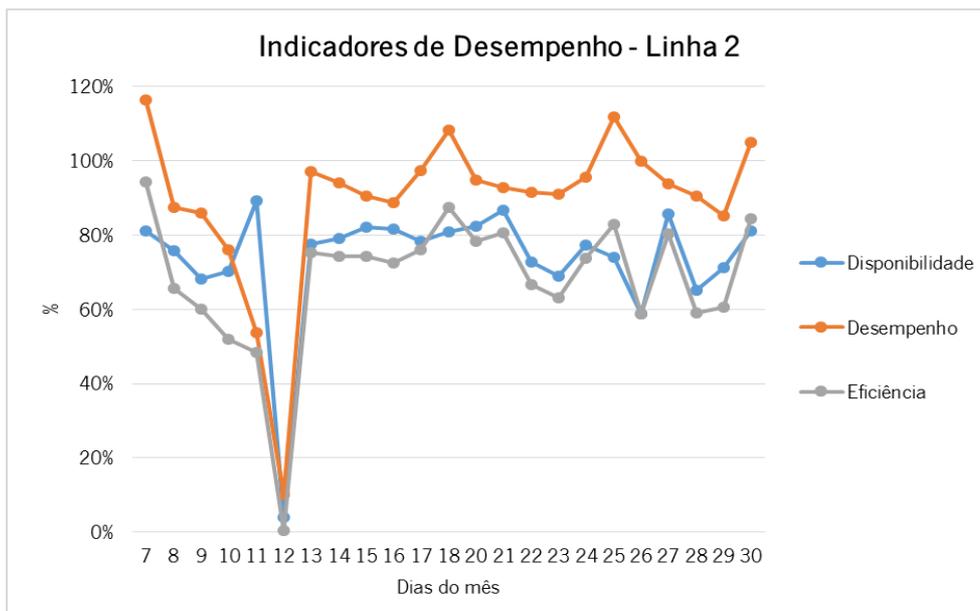


Figura 19 – Indicadores de desempenho da linha 2

À semelhança da linha 1, nos dias 11, 12, 17, 18, 25 e 26, verifica-se um tempo de produção bastante baixo, ou até mesmo nulo, uma vez que se trata de fins-de-semana.

Também na linha 2, o aumento do tempo de paragem consideradas como avarias e *setup* interferem diretamente no tempo de produção e conseqüentemente na eficiência da linha. A performance não é diretamente afetada, verificando-se, por vezes superior a 100%. Esta situação deve-se ao facto da taxa de produção real ser superior à taxa de produção teórica dada pelo fornecedor dos equipamentos. No entanto, isto nem sempre acontece. Há diversos fatores que interferem, sendo o principal o tipo de produto que estão a produzir no momento, pois existem uns mais fáceis do que outros. A seguir são apresentadas as principais razões das paragens consideradas como avarias.

Linha 1

A Figura 20 e Figura 21 resumem as paragens ocorridas no mês de Abril de 2015, em termos de quantidade de ocorrência e duração total das paragens em horas.

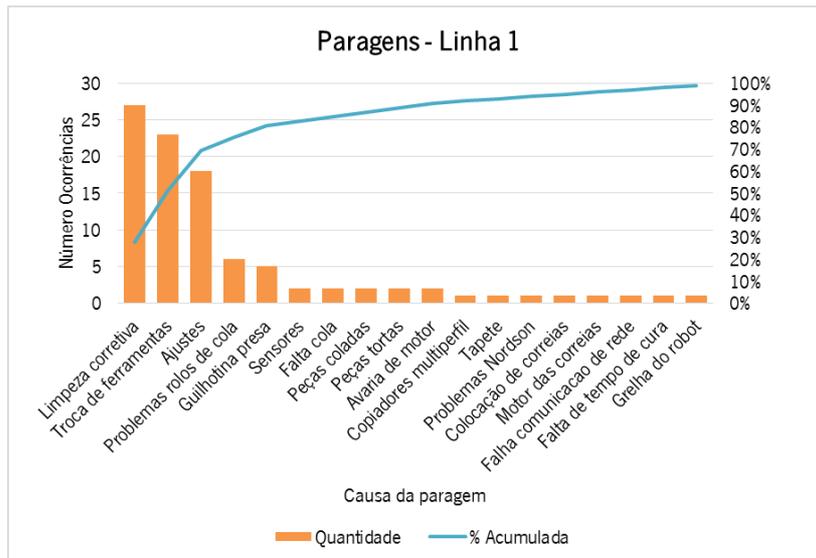


Figura 20 - Diagrama de Pareto de quantidade de paragens da linha 1

Como se pode verificar através do diagrama de Pareto da Figura 20, as principais causas das paragens da linha 1 devem-se a limpezas corretivas, trocas de ferramentas e ajustes, representando, respetivamente, 28%, 23% e 18%. No entanto, em termos de tempo, a troca de ferramentas é a que lidera as paragens, representando cerca de 33%, seguida da limpeza corretiva com 24% e 10% correspondendo aos ajustes, como ilustra a Figura 21.

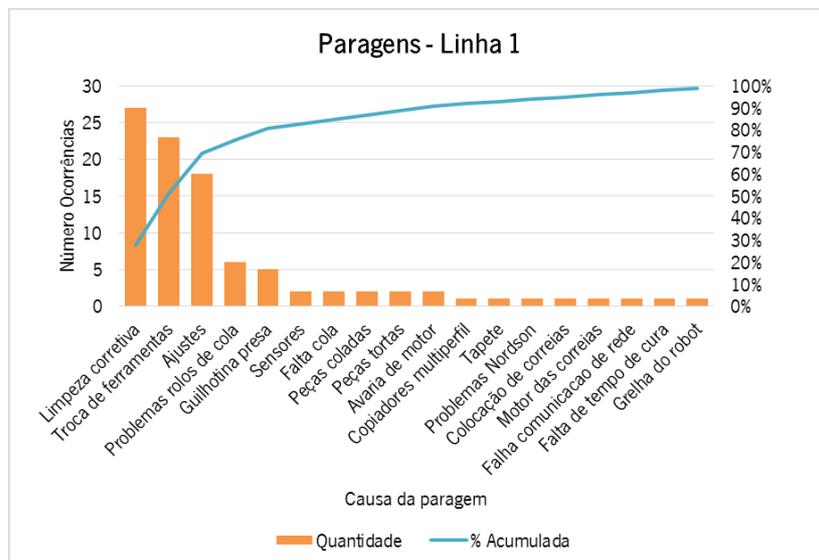


Figura 21 - Diagrama de Pareto de duração das paragens da linha 1

A Figura 22 mostra o tempo gasto na troca das diferentes ferramentas, no mês de Abril. Na totalidade de, aproximadamente, 4 horas e 55 minutos para troca de ferramentas, verifica-se que as trocas de serra são as que tem maior impacto (cerca de 1 hora e 50 minutos).



Figura 22 - Paragens para trocas de ferramentas na linha 1

Este é um dos principais problemas que a linha 1 apresenta, uma vez que as serras só são trocadas quando apresentam problemas na qualidade do produto. Esses problemas só são encontrados no final da linha, quando há inspeção por parte dos operadores, e depois de serem produzidas grandes quantidades, como se mostra na secção 4.2.3. Verifica-se igualmente que as brocas têm um peso significativo nesta categoria, representando cerca de 1 hora de paragem.

Em relação às paragens para limpeza corretiva, que correspondem a quase 4 horas (como se pode observar na Figura 23), as que têm maior impacto são a limpeza das *Weekes* ou furadoras (aproximadamente 1 hora e 10 min de paragem), seguida da limpeza de barreiras com 55 minutos.

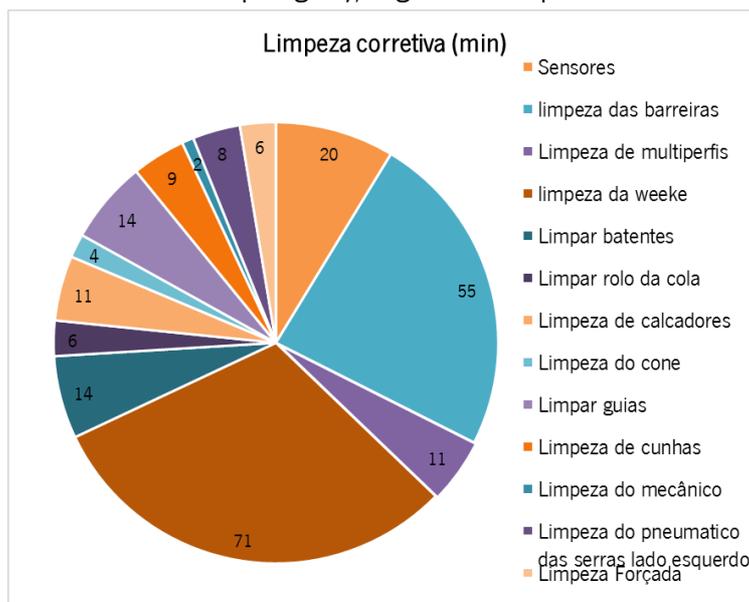


Figura 23 - Paragens para limpezas corretivas na linha 1

As furadoras são o equipamento que mais sujidade apresentam, uma vez que ao fazer os furos nas peças é libertado serrim e pó que fica acumulado nas várias partes do equipamento e que, posteriormente, provocam erros/falhas no mesmo, levando à sua paragem para limpeza corretiva.

As barreiras laterais guiam as peças, evitando que elas se desloquem/desviem no caminho. Essas guias, estando em contacto permanente com as peças, acumulam todo o tipo de sujidade que as peças possuam nas suas laterais, como cola e pó. A acumulação desses resíduos provoca riscos na orla das peças, obrigando o material a ser reparado. Uma vez mais, estes riscos só são detetados quando o produto chega à fase de inspeção, depois de ter produzido inúmeros defeitos. É deste modo que as barreiras laterais são posteriormente limpas corretivamente.

No caso dos ajustes, que também são responsáveis por grande parte das paragens que se verificam, os ajustes de furação e de pós-setup são os que ocupam mais tempo, como mostra a Figura 24. Os ajustes de furação também são considerados ajustes pós-setup. Estes ajustes ocorrem devido à dificuldade de calibrar a máquina milimetricamente, para que os furos e outros ajustes correspondam às especificações do produto. Está também associado a este tipo de problema o tempo que se demora até se produzir a primeira peça conforme.

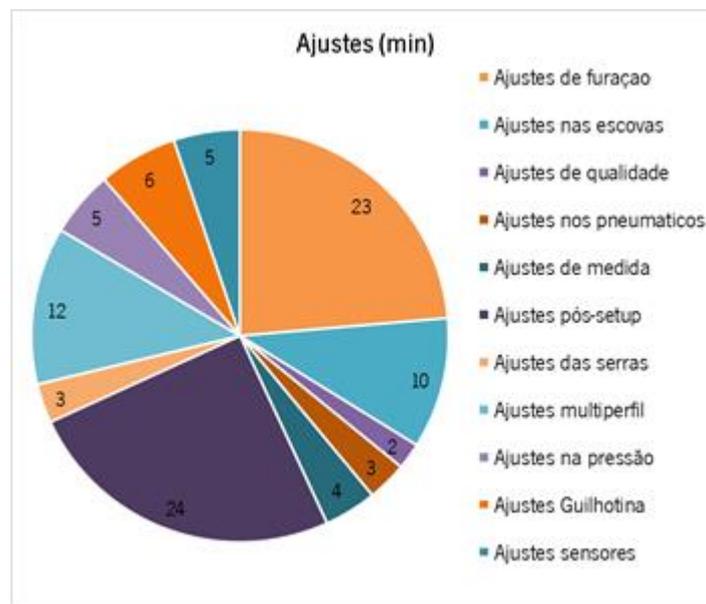


Figura 24 - Paragens para ajustes na linha 1

Para além destes problemas que foram causando paragens acentuadas, verifica-se que ainda existem outros motivos para a ocorrência de paragens, como se observa no gráfico da Figura 21. Os problemas que existem nos rolos da cola devem-se à má limpeza por parte dos operadores, o que leva à acumulação de lixo podendo danificar as peças. No caso da guilhotina, tratou-se de uma situação ocasional que aconteceu diversas vezes no mês em questão e que levou à compra de uma guilhotina

nova. Outros problemas como a falta de cola e problemas nos vasos da cola devem-se à ineficiência das tarefas de MIN, o que origina o entupimento dos bicos, provocando a paragem do equipamento.

Linha 2

Na linha 2 o cenário é ligeiramente diferente, como se verá na Figura 25 e Figura 26.

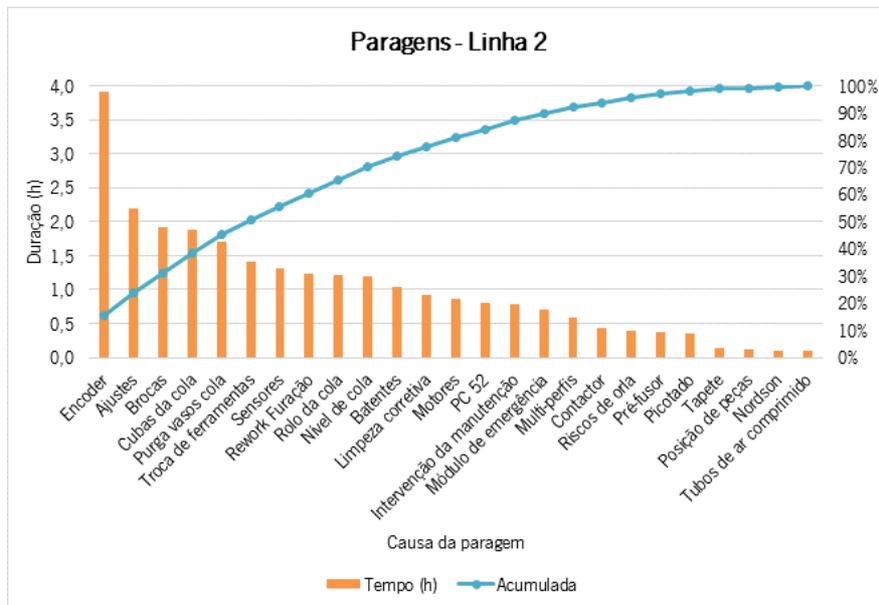


Figura 25 - Diagrama de Pareto de duração das paragens da linha 2

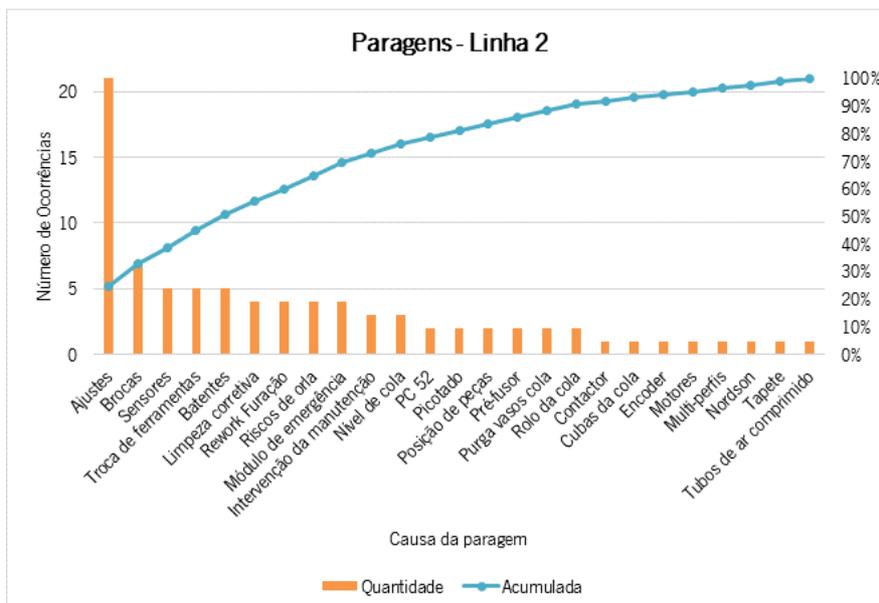


Figura 26 - Diagrama de Pareto de quantidade de paragens da linha 2

As paragens de linha devem-se essencialmente a ajustes que são necessários, representando cerca de 25% do total das paragens. No entanto, a nível de tempo gasto em horas, nessas paragens verifica-se

que a avaria no *encoder* (componente das máquinas), apesar de ter acontecido uma única vez, demorou perto de 4 horas a ser resolvida. Trata-se de uma situação pontual.

No que concerne aos ajustes, os que demoraram mais tempo, na totalidade das ocorrências, foram os ajustes de furação, à semelhança da linha 1, com um peso de 51 minutos em 1 hora e 40 minutos, como se verifica na Figura 27.

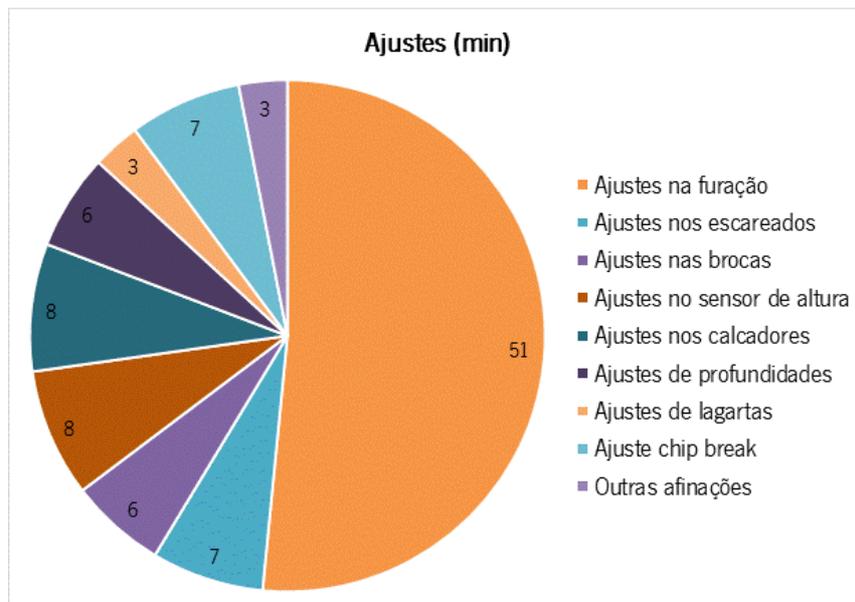


Figura 27 - Paragens para ajustes na linha2

Como já foi justificado, os ajustes de furação estão associados aos ajustes pós-*setup*, onde é necessário regular as brocas para fazer os furos nos locais específicos. O produto resultante desta linha é mais complexo do que na linha 1, pois há necessidade de maior número de furos e, portanto, a tarefa de ajuste é mais complexa e demorada, provocando assim a necessidade de mais ajustes.

Tratando-se então de um produto com mais furos, as brocas são mais utilizadas, provocando consequentemente o seu desgaste mais rápido e, dessa forma obrigando à sua substituição com maior frequência. Essa é a razão por na linha 2 se verificar maior número de paragens devido às brocas. Associadas à má realização das tarefas, verificam-se as paragens devido às cubas da cola, sensores, rolos da cola, nível da cola, batentes, riscos na orla, pré-fusor e picotado, o que provoca a maior parte das ocorrências como já foi explicado em cima.

4.2.2 Manutenção 1º Nível nas Linhas 1 e 2

Nesta secção serão abordados e analisadas, mais exaustivamente, diversos fatores que influenciam a ocorrência de avarias e que podem estar relacionadas com a eficácia e eficiência da realização das tarefas de manutenção de 1º nível.

Os gráficos da Figura 28 e Figura 29 permitem analisar e relacionar a quantidade produzida e a duração das tarefas de manutenção 1º nível, em horas, na linha 1.

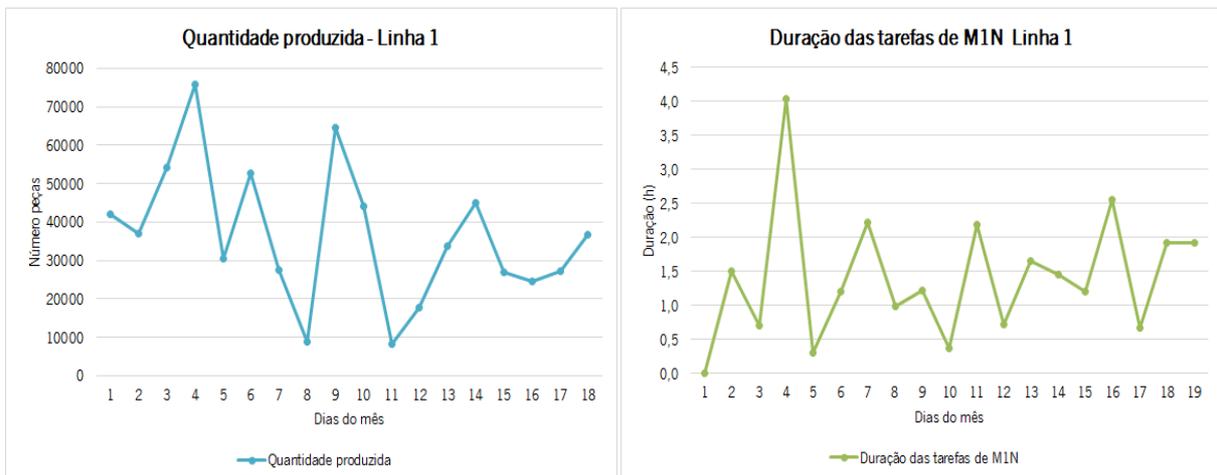


Figura 28 - Quantidade produzida na linha 1

Figura 29 - Duração das tarefas de M1N na linha 1

Na linha 1, revela-se, na maior parte dos dias, uma relação diretamente proporcional dos dois fatores. Quando a duração das tarefas de manutenção de 1º nível aumenta, a quantidade produzida também aumenta e vice versa. Contudo, nos dias 10, 17 e 24 de Abril detetou-se o contrário, isto é, nestes dias houve um aumento de produção mas a duração das tarefas de M1N diminuíram. Entre inúmeros fatores, isto pode ser devido à aproximação do fim de semana, uma vez que é nestes dias que se realizam grande parte das tarefas mais demoradas, como as lubrificações e troca de componentes e, por isso, os operadores por vezes não incidem tanto nessas tarefas para dar prioridade à produção.

Na linha 2 verifica-se, que em certos dias quando as quantidades produzidas são superiores, a duração das tarefas de M1N são mais baixas, como se pode verificar nas Figura 30 e Figura 31. Contudo há dias em que se verifica o contrário, o que leva a concluir que não há relação direta entre a quantidade produzida e as tarefas de M1N.

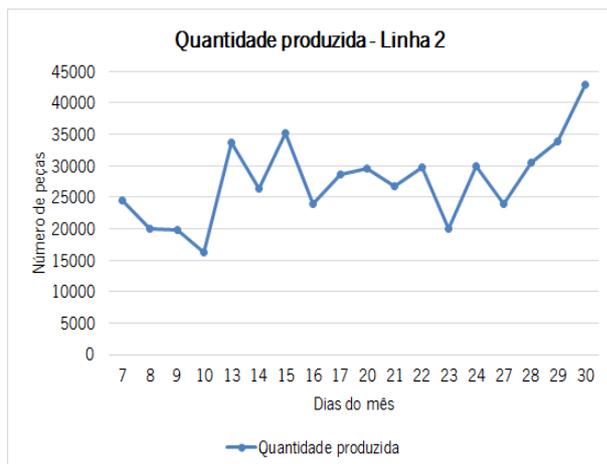


Figura 30 - Quantidade produzida na linha 2

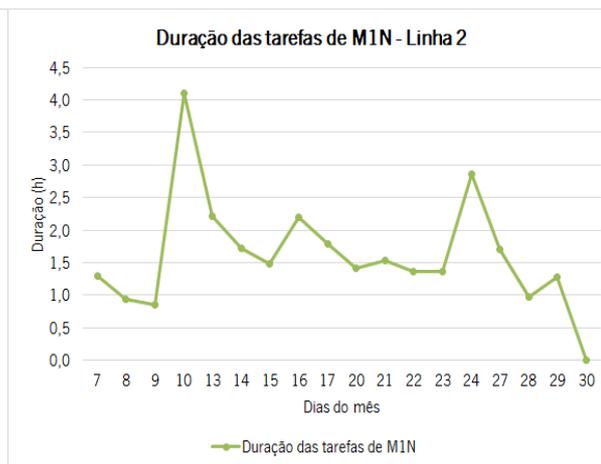


Figura 31 - Duração das tarefas de M1N na linha 2

O tempo disponível para as tarefas de M1N varia de acordo com diversos fatores como o plano de produção planeado para o dia, isto é, se o plano estiver atrasado as tarefas de manutenção são minimizadas. Outro fator que interfere é o tempo de *setup* onde frequentemente os operadores aproveitam o facto de estarem parados para fazer as tarefas de M1N, sendo normalmente esse tempo insuficiente para as tarefas de limpeza e lubrificação. Quando existem avarias de resolução mais demorada, os operadores aproveitam a paragem da linha para realizar as tarefas, constituindo os tempos de avaria mais um dos fatores. No entanto, a maior parte das vezes essa informação não é registada, ou apenas registam parte do tempo gasto.

4.2.3 Problemas de Qualidade

Alguns dos problemas de qualidade verificados só são detetados já no posto de inspeção, no final da linha, após a produção de grandes quantidades de produto. No posto de inspeção as peças são inspecionadas por amostragem, à exceção da primeira palete após o *setup* e quando os operadores detetam *à priori* que estão a ser produzidas não conformidades. Neste caso são inspecionadas a totalidade das peças.

Enquanto há não conformidades que podem ser reparadas, existem outras que originam diretamente sucata do produto. O gráfico da Figura 32 mostra a causa da sucata produzida no mês de Abril de 2015, resultante desta área em estudo.

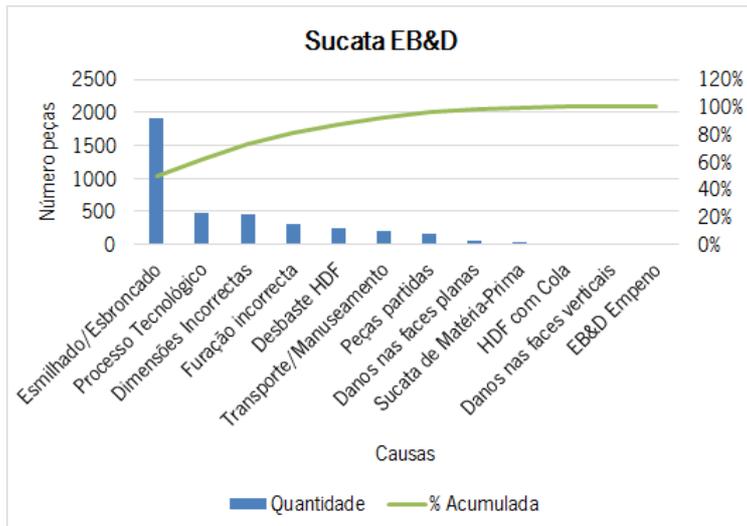


Figura 32 – Não conformidades que sucata o produto

O gráfico mostra que o principal defeito encontrado é o esmilhado/esbronzado das peças, provocando cerca de 2000 peças para sucata. Este defeito é originado, essencialmente, devido ao desgaste extremo das ferramentas, nomeadamente das serras, levando à sua rutura, como foi referido resumidamente acima. Produtos sucitados devido a dimensões incorretas e furação incorreta são originados devido à ineficiente/inexistente limpeza dos sensores. Já no caso das peças partidas e dos danos nas faces planas, estes acontecem devido à má/inexistente limpeza dos batentes, pois se não lhes for feita a limpeza apropriada, a acumulação de resíduos juntamente com a pressão que os batentes fazem nas peças leva a que estas se danifiquem podendo mesmo partir. Muitos dos outros defeitos são detetados nesta área mas são originados nas áreas anteriores, como é o caso do HDF sem cola, sucata de matéria-prima, transportes e manuseamentos, etc.

O gráfico da Figura 33 permite verificar quais os principais defeitos detetados, que não provocam sucatagem do produto.

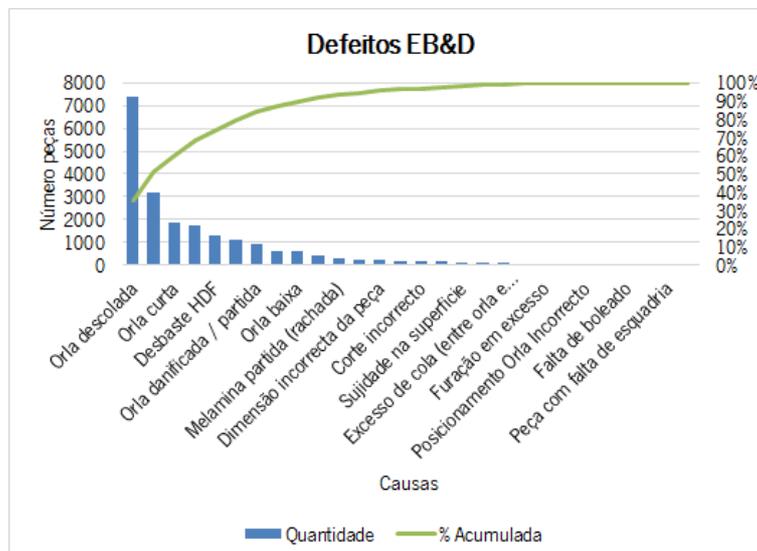


Figura 33 - Defeitos detetados na EB&D

Verifica-se que os principais defeitos originados estão relacionados com a orla: descolada, orla alta, orla curta, falta de orla, etc. Em geral, estes defeitos são originados por falta de limpeza dos vasos da cola, no caso da orla descolada, e falta de limpeza dos sensores, nos casos de orla alta, orla curta e falta de orla.

Contudo, muitos dos defeitos produzidos na EB&D apenas são detetadas nas áreas seguintes, como se pode ver na Tabela 2.

Tabela 2 - Matriz de Auto Qualidade (adaptado de Kaizen Institute of Europe)

Não conformidades feitas por:		Processo analisado		
		EB&D	Lacquering	Packing
Processo analisado	EB&D	16005		
	Lacquering	8608	x	
	Packing	7225	x	x

A tabela acima auxilia a análise do número de defeitos encontrados na área onde o estudo foi realizado, e nas áreas seguintes. As colunas mostram as áreas seguintes à EB&D, incluindo esta, de acordo com a ordem do processo produtivo, e apresentam as não conformidades feitas por essas áreas. As linhas também mostram a ordem das etapas do processo, a partir da EB&D, e exibem as não conformidades detetadas nessas áreas. A análise da matriz será feita de seguida.

É perceptível que a matriz seja preenchida apenas com dados da área em causa ou das áreas seguintes, nunca das áreas que a antecede, uma vez que o que se pretende analisar é os defeitos resultantes da EB&D.

Posto isto, verifica-se que a EB&D, no mês de abril detetou cerca de 16 000 peças com defeitos provenientes da sua área, e aproximadamente 15 800 peças defeituosas foram detetadas nas áreas seguintes. Isto mostra que a área não controla metade dos defeitos que são produzidos, sendo acrescentado valor ao produto defeituoso nas áreas seguintes. À volta disto geram-se inúmeros problemas: os defeitos podem, também, ser detetados já no cliente final acarretando custos maiores para a empresa; um produto defeituoso ao sofrer outras transformações nas etapas seguintes pode originar sucata, originando desperdícios; os defeitos reparáveis seguem para a área de reparações, consumindo mais recursos, quer materiais, quer humanos. Como se pode ver, a desvalorização da

qualidade na fonte pode trazer perdas à empresa. É, portanto, importante que estes defeitos sejam detetados na própria área e que não continue o processo.

Na Tabela 2, apenas foram apresentadas as não conformidades produzidas na EB&D e detetadas nas seguintes por se tratar da área em estudo. No entanto, as restantes áreas também apresentam não conformidades que não foram consideradas.

5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas propostas de melhorias para os problemas encontrados. Assim, o capítulo inicia-se com a apresentação das alterações feitas na linha 1 e 2 da EB&D a nível das tarefas de M1N e, conseqüentemente, nas instruções de trabalho. De seguida são apresentadas propostas de melhoria a nível da troca de ferramentas, no seguimento de um estudo realizado. São sugeridas algumas alterações nos equipamentos, de modo a minimizar as paragens devido à falta de limpeza. Por fim, são feitas sugestões a nível das barreiras laterais dos equipamentos com vista a minimizar a ocorrência de defeitos.

5.1 Plano de manutenção de 1º nível

Ao longo deste projeto e em conjunto com os operadores, foi detetado que o plano de M1N não estava ajustado às necessidades das máquinas nem disponibilidade dos operadores. Para cada equipamento existiam instruções de trabalho diárias e instruções de trabalho semanais. No entanto, muitas vezes devido à complexidade das tarefas e à falta de tempo dos operadores, estas não eram realizadas. Para além disso, as instruções de trabalho, revistas pela última vez em 2012, reportavam tarefas que não eram feitas atualmente devido aos ajustes feitos nos equipamentos.

O Anexo III e o Anexo IV ilustram um exemplo das instruções de trabalho de M1N existentes para um dos equipamentos e que posteriormente foram atualizadas para um novo formato, no total de nove equipamentos existentes. Como os anexos mostram, no lado esquerdo do *template* estão as tarefas a serem realizadas, e à frente de cada linha, que representa uma tarefa, há cinco colunas principais representando cada uma delas uma semana. Em cada semana, a equipa responsável pela execução das tarefas marcava com um visto caso elas fossem realizadas e poderiam reportar alguma anomalia se fosse o caso. Contudo, detetaram-se vários problemas ao nível da instrução: A descrição da tarefa era, por vezes, exaustiva; o tamanho da letra era demasiado pequeno, dificultando a sua leitura e obrigando a um esforço maior por parte dos operadores; os operadores mesmo não realizando as tarefas marcavam com um visto e, portanto, não era feito qualquer controlo sobre isso; o espaço para reportar anomalias era insuficiente e essencialmente, estavam assinaladas tarefas que deixaram de ser realizadas, devido às modificações que o equipamento sofreu, como já foi referido anteriormente. Algumas tarefas que eram importantes para o bom funcionamento do equipamento não eram realizadas, como será mostrado de seguida.

Existindo todas estas insuficiências acima descritas, foram elaboradas novas instruções para os equipamentos que constituem a linha 1 e 2. Assim, procedeu-se à divisão das tarefas semanais e mensais de alguns equipamentos (Orladoras e Furadora) pelos dias da semana, e reorganizaram-se as tarefas diárias, num novo *template*, consoante a sua efetiva necessidade de realização, tendo em conta que só teriam cerca de 90 minutos para a sua execução. Isto é, para cada dia da semana existe um conjunto de tarefas a ser realizado, sendo que as tarefas de Segunda-feira e de Terça-feira são iguais às tarefas de Quinta-feira e Sexta-feira, no caso dos equipamentos que necessitam dessa frequência diária, tendo a Quarta-Feira tarefas designadas apenas para esse dia.

De modo a não tornar a presente dissertação muito exaustiva, escolheu-se a Orladora 2 e Orladora 3, que são iguais entre si, para mostrar as alterações feitas. Assim, no Anexo V é apresentado um exemplo das tarefas a realizar na Orladora 2 e 3. Como já foi referido, as tarefas de Segunda-feira e de Terça-feira são iguais às tarefas de Quinta-feira e Sexta-feira e, por isso, as instruções desses dias não constam nos anexos

A Tabela 3 mostra as alterações feitas na frequência de realização das tarefas de M1N da Orladora 2 e 3.

Tabela 3 - Frequência atual e antiga das tarefas de M1N

Tarefa	Frequência	Frequência Atual
Limpeza geral do equipamento	Diária	Diária
Limpeza dos rolos de pressão e verificação da sua conformidade	Diária	Segunda e Quinta
Limpeza dos raspadores e copiadores, e verificação da sua conformidade	Diária	Diária, exceto Quarta
Verificação do funcionamento do chip breakers e limpeza se necessário	Diária	—
Limpeza dos derrames de cola	Diária	Terça e Sexta
Verificação da conformidade dos contadores manuais	Diária	Diária, exceto Quarta
Limpeza da unidade de aparas e verificação da conformidade	Diária	Quarta
Verificação do funcionamento das eletroválvulas	Diária	Segunda e Quinta
Limpeza de sensores	Diária	Diária, exceto Quarta
Verificação de fugas de ar e folgas nos pneumáticos dos multiperfis	Diária	Diária, exceto Quarta
Verificação da conformidade das botoneiras de emergência	Diária	—
Verificação da funcionalidade do cilindro de alinhamento de peças na entrada da máquina	Diária	Quarta
Verificação da funcionalidade das portas de segurança	Semanal	—
Limpeza dos agregados das serras	Semanal	Diária, exceto Quarta
Limpeza do fuso/peças móveis	Semanal	—
Limpeza dos pads do sistema de transporte	Semanal	Quarta
Verificação da conformidade dos line point	Semanal	Diária, exceto Quarta
Limpeza dos sensores	Semanal	Diária, exceto Quarta
Limpeza dos derrames de cola	Semanal	Terça e Sexta
Limpeza da mesa da cola	Semanal	Diária, exceto Quarta
Limpeza das telas dos filtros	Semanal	—
Lubrificação dos graser's	Semanal	—
Verificação da existencia de todos os Nockt's e o seu estado	Semanal	Quarta
Verificação do funcionamento dos Pusher's	Mensal	Terça e Sexta

Assim, é de reparar que algumas tarefas foram retiradas das instruções e, conseqüentemente, do plano de tarefas, e as restantes foram reagrupadas pelos dias da semana, de modo a que a carga horária seja mais ou menos equilibrada em todos os dias da semana. A Figura 34 revela o tempo gasto na realização das tarefas de M1N, nos diferentes dias da semana na Orladora 2 e 3, onde se verifica que não há grande variação da carga horária, sendo a média de 1,5 horas (90 min).

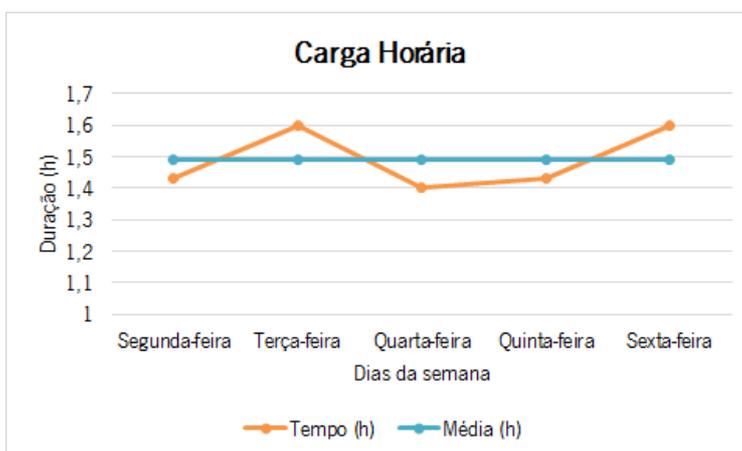


Figura 34 - Carga horária das tarefas de M1N nos dias da semana

Ainda relativamente à M1N, tarefas como a limpeza dos agregados das serras, limpeza dos sensores, limpeza da mesa da cola, e algumas verificações de funcionamento, que eram realizadas apenas semanalmente, passaram a ser realizadas quase todos os dias. Ao contrário, tarefas que eram realizadas diariamente, passaram a ser realizadas apenas uma ou duas vezes por semana, como é o caso da limpeza dos derrames de cola, limpeza dos rolos de pressão, limpeza da unidade de aparas, verificação da funcionalidade das electroválvulas e do cilindro de alinhamento das peças. A tarefa mensal de verificação do funcionamento dos *Pusher's* tem agora a frequência de duas vezes por semana. Contudo, há tarefas que não constam nesta lista, mas que, juntamente com os operadores, verificou-se a importância da sua realização. A Tabela 4 mostra quais são as tarefas incrementadas ao plano de M1N.

Tabela 4 - Novas tarefas de M1N

Tarefas	Frequência
Lubrificação dos veios dos agregados	Diária, exceto Quarta
Verificar conformidade das serras	Segunda e Quinta
Verificação do estado das fresas e força das molas nos agregados de fresagem	Segunda e Quinta
Verificação do estado das lâminas de corte	Segunda e Quinta
Verificação do funcionamento dos motores de polimento e troca das escovas, se necessário	Diária, exceto Quarta
Limpeza e verificação das cunhas	Terça e Sexta
Verificação do estado das lagartas	Quarta

Acima são mostradas as tarefas acrescentadas às instruções de M1N e que são, essencialmente, verificações de funcionamento e conformidade das diversas ferramentas da máquina. No entanto, trata-se de tarefas fundamentais, na opinião dos operadores, que se sentiram entusiasmados por participarem na elaboração destas instruções.

Contudo, há equipamentos que só precisam deste tipo de tarefas uma/duas vezes na semana, por se tratar de equipamentos simples e que não produzem resíduos. Deste modo, foi elaborado um plano semanal para as tarefas de M1N, como se pode ver na Figura 35, mas que é mostrado na sua totalidade no Anexo VI. Este plano consiste em delinear em que dias cada equipamento deve sofrer manutenção e qual a equipa responsável por essas tarefas, havendo, portanto, três equipas alocadas a estas tarefas: duas constituídas por dois operadores, e a equipa três constituída apenas por um. Para além desta organização, o plano permite também a divisão das tarefas consoante o tempo necessário às mesmas, evitando que uma equipa seja sobrecarregada e as outras tenham tempo disponível.

Equipamento		Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
BARGSTEDT IN	A	EQ1				
HOMAG 1 e Tapete Rolos	B e C	EQ1	EQ1	EQ1	EQ1	EQ1
HOMAG 2 e Tapete Rolos	D e E	EQ1	EQ1	EQ1	EQ1	EQ1
WEEKE 1	F	EQ3	EQ3	EQ3	EQ3	EQ3
WEEKE 2 e Tapete Rolos	G e H	EQ3	EQ3	EQ3	EQ3	EQ3
SPLITTER	I		EQ2			EQ2
SWAPER	J					EQ2
HOMAG 4	L	EQ2	EQ2	EQ2	EQ2	EQ2
BARGSTEDT OUT	M	EQ2				
EQUIPA						
OP1/OP2	EQ1					
OP3/OP4	EQ2					
OP5	EQ3					

Figura 35 - Plano de manutenção de 1º Nível

Apesar do projeto se focar nas Linhas 1 e 2 da EB&D, durante o período de estágio houve a necessidade de reformular algumas instruções de trabalho de várias áreas da fábrica, e que são apresentadas a seguir na Tarefa 5.

Tabela 5 - Instruções elaboradas durante o período de estágio

Número da Instrução	Título da Instrução
SOS-2856	EB&D - L1 + L2 - Weeke 1 e 2 [Furadora] - Manutenção 1º Nível - 2ª Feira
SOS-2855	EB&D - L1 + L2 - Weeke 1 e 2 [Furadora] - Manutenção 1º Nível - 3ª Feira
SOS-2857	EB&D - L1 + L2 - Weeke 1 e 2 [Furadora] - Manutenção 1º Nível - 4ª Feira
SOS-2859	EB&D - L1 + L2 - Weeke 1 e 2 [Furadora] - Manutenção 1º Nível - 6ª Feira
SOS-2972	EB&D - L1 + L2 - Weeke 1 e 3 [Furadora] - Manutenção 1º Nível - 5ª Feira
SOS-2897	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Bargstedt TBH 500 [Robot Entrada] - Manutenção 1º Nível Semanal
SOS-2900	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Bargstedt TSP 420 [Robot Saída] - Manutenção 1º Nível Semanal
SOS-2877	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 1 [Orladora 1] - Manutenção 1º Nível - 3ª Feira
SOS-2881	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 1 [Orladora 1] - Manutenção 1º Nível - 4ª Feira
SOS-2870	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 1 [Orladora 1] - Manutenção 1º Nível - 5ª Feira
SOS-2879	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 1 [Orladora 1] - Manutenção 1º Nível - 6ª Feira
SOS-2868	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 1 [Orladora 1] - Manutenção de 1º Nível - 2ª Feira
SOS-2878	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 2 e 4 [Orladora 2 e 3] - Manutenção 1º Nível - 3ª Feira
SOS-2882	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 2 e 4 [Orladora 2 e 3] - Manutenção 1º Nível - 4ª Feira
SOS-2871	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 2 e 4 [Orladora 2 e 3] - Manutenção 1º Nível - 5ª Feira
SOS-2880	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 2 e 4 [Orladora 2 e 3] - Manutenção 1º Nível - 6ª Feira
SOS-2869	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 2 e 4 [Orladora 2 e 3] - Manutenção de 1º Nível - 2ª Feira
SOS-2894	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Spliter - Manutenção 1º Nível Semanal
SOS-2896	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Swapper - Manutenção 1º Nível Semanal
SOS-2899	L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Viradores - Manutenção 1º Nível Semanal
WES-4150	L&P-EB&D Linha 2 - BAUMER - Manutenção 1º Nível Diária
WES-4322	FOIL - BOS 2 - Medidor de altura do Honeycomb - Manutenção 1º Nível Semanal
WES-3998	FOIL - BOS 2 - WES - Manutenção 1º Nível Diária - Posto 2
WES-4001	FOIL - BOS 2 - WES - Manutenção 1º Nível Diária - Posto 4
WES-3993	FOIL - BOS 2 - WES - Manutenção 1º Nível Semanal - Posto 1
WES-4109	FOIL - BOS 2 - WES - Manutenção 1º Nível Semanal - Posto 3
WES-246	FOIL - BOS 2 - WES - Manutenção de 1º Nível Diária Posto 1
WES-315	FOIL - BOS 2 - WES - Manutenção 1º Nível Diária- Posto 3
WES-955	Foil - F&W - Complete Line - Bargstedt TBH 599 - Manutenção 1º Nível Diária
WES-952	Foil - F&W - Complete Line - Bargstedt TBH 599 - Manutenção 1º Nível Mensal
WES-953	Foil - F&W - Complete Line - Bargstedt TBH 599 - Manutenção 1º Nível Semanal
WES-956	Foil - F&W - Complete Line - Buffering SWB745 e 945 - Manutenção 1º Nível Semanal
WES-962	Foil - F&W - Complete line - Homag 2 KAL 620 - Manutenção 1º Nível Diária Posto 4 e 5
WES-963	Foil - F&W - Complete Line - Homag 2 KAL 620 - Manutenção 1º Nível Semanal
WES-965	Foil - F&W - Complete Line - Posto de Inspeção - Manutenção 1º Nível Diária
WES-4684	FOIL - F&W e BOS - Área de Reparações - Manutenção 1º Nível Semanal
WES-100	FOIL - Pack (L1; L2) - WES - Manutenção 1º Nível Diária - Posto 1 [FORMADORA]
WES-102	FOIL - Pack (L1; L2) - WES - Manutenção 1º Nível Diária - Posto 2 [SELADORA]
WES-101	FOIL - Pack (L1; L2) - WES - Manutenção 1º Nível Semanal - Posto 1 [FORMADORA]
WES-103	FOIL - Pack (L1; L2) - WES - Manutenção 1º Nível Semanal - Posto 2 [Seladora]
WES-104	FOIL - Pack (L3) - WES - Manutenção 1º Nível Diária - Posto 1 - KUKA
WES-105	FOIL - Pack (L3) - WES - Manutenção 1º Nível Diária - Posto 2 [OCTOMECA VERTICAL]
WES-4068	FOIL - PACK L3 - Manutenção 1º Nível Diária - Posto 3 - [OCTOMECA HORIZONTAL]
WES-4070	FOIL - PACK L3 - Manutenção 1º Nível Semanal - Posto 3 [OCTOMECA HORIZONTAL]
WES-4062	FOIL- PACK L3 - Manutenção 1º Nível Diária - Posto 2 [OCTOMECA VERTICAL]
WES-4115	Warehouse - Elevador de transporte de Produto Acabado - Manutenção 1º Nível Semanal
WES-4040	WareHouse - Tapete de Saída do elevador de transporte de material - Manutenção 1º Nível
WES-4041	WareHouse - Viradora - Manutenção 1º Nível Semanal

Esta necessidade deveu-se, em grande parte dos casos, às instruções estarem desatualizadas e não terem indicações de manutenção em componentes importantes.

Uma vez elaboradas as instruções, foi necessário dar formação teórica aos formadores de cada área, sobre as alterações feitas nestas. Aquando da conclusão da formação das diversas instruções, cada formador era responsável pela formação teórica e prática dos operadores, tornando-os aptos à realização das tarefas de MIN. Finalizada a formação, foi iniciada a fase de implementação, que consistiu em aplicar os conhecimentos adquiridos e acompanhar a sua realização.

5.2 Troca de ferramentas

A troca de ferramentas constitui uma das paragens mais significativas na linha 1 e na linha 2. Como foi explicado na secção 4.2.1., associada à troca de ferramentas está a qualidade do produto, pois muitas vezes só são trocadas as ferramentas quando se detetam problemas na qualidade.

Com vista à resolução ou minimização deste problema foi feito um estudo que ajuda a produção a saber de quanto em quanto tempo as diversas ferramentas que constituem os equipamentos devem ser trocadas, verificadas e/ou limpas. O estudo foi feito para todas as ferramentas e não só para as que se desgastam com mais frequência.

Inicialmente, para realizar este estudo, foi pedido ao fornecedor o tempo médio de vida útil esperado dos componentes, em quilómetros (km). De seguida, analisou-se o histórico de km produzidos no ano de 2014 e a previsão para este ano de 2015, para se poder calcular em que semanas os componentes devem ser trocados. Como os equipamentos registam os quilómetros produzidos por dia, facilmente se conseguiu converter esses km em semanas. O Anexo VII permite verificar o plano, intitulado de Controlo de Processo. Este estudo foi feito para as três linhas da EB&D, sendo o da linha 1 e 2 exatamente igual por se tratarem de linhas com os mesmos componentes.

Posto isto, era pretendido que este plano fosse afixado nas linhas para os operadores poderem consultar e marcar, com cores, o respetivo círculo, sempre que for feita uma alteração consoante o plano. Para além disto, nos equipamentos estaria afixado um formulário cujo objetivo era os operadores anotarem a que quilómetro as ferramentas foram substituídas/verificadas, para poder confirmar o planeamento anterior.

No entanto, surgiu um projeto que consiste no desenvolvimento de uma aplicação para computadores e/ou telemóveis para alertar os operadores e outros interessados, através do computador dos equipamentos, sempre que seja necessário substituir algum componente. Esta aplicação também será útil para o armazém de peças conseguir gerir o seu *stock* e saber quando serão efetuadas intervenções.

Apesar deste projeto ser a continuidade do que foi desenvolvido anteriormente, diferindo apenas na informatização de toda a informação, acabou por colocar em *stand-by* a proposta inicial. Contudo, achava-se essencial que a proposta fosse implementada, de forma a minimizar o prejuízo no período de validação e implementação do novo projeto.

5.3 Limpeza corretiva – redução de paragens

Para além da troca de ferramentas, verificaram-se paragens acentuadas para limpezas corretivas, sendo a limpeza das *Weekes* a que tinha maior peso. Como foi dito na secção 4.2.1, o excesso de serrim e pó acumulado no equipamento leva ao mau funcionamento deste, acabando por precisar de limpeza corretiva. Uma sugestão para melhoria desta situação é encapsular a zona de furação da máquina e colocar tubos de aspiração nos pontos críticos de lixo, para remover o serrim aquando da furação, evitando assim que ele se espalhe pelo equipamento e acumule em zonas prejudiciais ao bom funcionamento deste. A Figura 36 ilustra um equipamento da linha 1 fechado com portas de acrílico, para evitar que os resíduos se espalhem.



Figura 36 - Exemplo de equipamento fechado

À semelhança do que foi feito no equipamento ilustrado acima, propõe-se que seja feito o mesmo em toda a zona de furação, mostrada nas imagens da Figura 37.



Figura 37 - Zona de furação das Weekes

A Figura 38 ilustra a zona que deveria ser fechada.

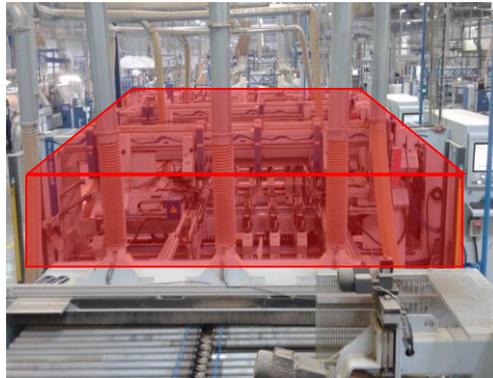


Figura 38 - Ilustração da zona a encapsular

Esta proposta, se implementada, traria muitos benefícios para a produção, juntamente com a manutenção, pois diminuiriam as paragens não-programadas e avarias.

Por outro lado, sabendo também que o pó é o principal inimigo dos sensores e que o seu excesso junto a um sensor pode interromper o seu funcionamento, procedeu-se à alteração da localização destes componentes, isto é, sensores que se localizavam na parte inferior foram deslocados para a parte superior. Esta alteração foi implementada, uma vez que as placas de madeira ao deslocarem-se no tapete de transporte, iam soltando pó que acabava por acumular nos sensores, interrompendo o seu feixe, e consequentemente, a produção. A Figura 39 ilustra a nova localização do sensor.



Figura 39 - Exemplo de nova localização de sensores

5.4 Barreiras laterais

A linha 1 tem paragens constantes devido à acumulação de resíduos nas barreiras laterais que guiam as peças, e que, quando em excesso, podem danificar as peças. À semelhança do que foi implementado na linha 2 no início do estágio, sugere-se a aplicação de fita de feltro, cobrindo toda a

área das barreiras. Esta fita, por ser uma fita macia, não deixa acumular os resíduos e, portanto, evitam-se paragens desnecessárias.

A Figura 40 ilustra a aplicação desta fita na linha 2.



Figura 40 - Fita de feltro nas barreiras laterais

6. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as conclusões sobre o trabalho realizado e algumas sugestões de melhoria para o futuro.

Este projeto surgiu na sequência de um projeto desenvolvido anteriormente no âmbito da M1N e que necessitava de algumas reformulações por não estar ajustado às necessidades da fábrica e por continuar a verificar-se alguns problemas a nível de paragens não planeadas.

Assim, este projeto iniciou-se com o estudo do processo produtivo e de todo o funcionamento da *IKEA Industry Portugal*, inclusive o modo como os diversos departamentos se relacionam entre si. Posteriormente, houve um foco maior no departamento da Manutenção, tendo por objetivo analisar mais detalhadamente como este funciona, principalmente no que concerne à M1N. No entanto, e de forma a desenvolver este projeto, foi necessário perceber minuciosamente como é realizada a M1N nas linhas 1 e 2 da EB&D, que foram as linhas selecionadas para o desenvolvimento do projeto. Iniciou-se então o estudo do desempenho destas linhas para o mês de Abril, por já existir o conhecimento suficiente do modo operacional. Uma vez feito este estudo, continuou-se a análise dos fatores que interferiram nos indicadores de desempenho, através de ferramentas como o Diagrama de Pareto, Matriz de Auto-Qualidade e Diagramas Circulares. Estas ferramentas permitiram analisar pormenorizadamente as paragens não planeadas ocorridas na linha 1 e 2 e a existência de produtos com defeitos. Percebeu-se então que a limpeza corretiva, a troca de ferramentas e os ajustes são as principais causas de paragem dos equipamentos. Contudo, a falta de tarefas de M1N ajustadas às necessidades dos equipamentos também leva à origem de paragens, por exemplo, para limpeza corretiva. Este desajuste deveu-se à falta de rigor e normalização das tarefas de manutenção, quer a nível prático, quer a nível de documentos de suporte. Foi desta forma que se percebeu que as instruções de trabalho estavam desatualizadas, remetendo para o ano de 2012, e que a carga horária imposta por essas instruções era superior à disponível para realizar a M1N, para além de que os equipamentos sofreram alterações e que as tarefas descritas nas instruções já não correspondiam ao equipamento.

De forma a resolver este problema, as instruções de trabalho foram reformuladas e reajustadas às reais necessidades, assim como as tarefas de M1N foram reajustadas. Houve uma divisão das tarefas semanais pelas tarefas diárias e elaborou-se um plano de manutenção para várias equipas de operadores de modo a que o trabalho total estivesse repartido por todos.

Apesar de se tratarem de instruções essenciais ao bom desempenho das tarefas de manutenção, o seu impacto não é direto, podendo verificar-se melhorias apenas a longo prazo.

No que concerne à troca de ferramentas, foi elaborado um plano para a troca preventiva destas de modo a evitar que sejam trocadas tardiamente e que provoquem defeitos. Contudo, sugere-se que este plano seja implementado junto das linhas de produção de modo a evitar a ocorrência de danos na produção.

Sugere-se também a aplicação de fitas de felpo nas barreiras laterais de modo a que estas não riskem as peças devido ao acumular excessivo de cola.

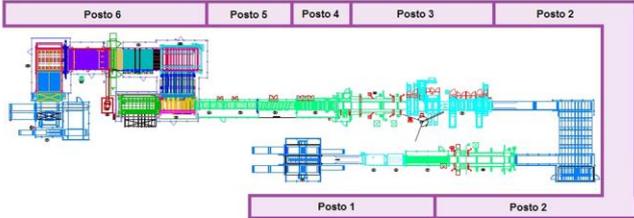
Com todas estas sugestões, pretende-se reduzir as paragens não planeadas dos equipamentos e a redução dos defeitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahuja, I., & Khamba, J. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-756.
- Bartz, T., Siluk, J. C., & Bartz, A. P. (2014). Improvement of industrial performance with TPM implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 20(1), 2-19.
- Ben Ali, M., Sassi, M., & Gossa, M. &. (2011). Simultaneous scheduling of production and maintenance tasks in the job shop. *International Journal of Production Research*, 49(13), 3891-3918.
- Brito, M., & Eurisko - Estudos, P. e. (2003). *Manual Pedagógico PRONACI Manutenção*. Associação Empresarial de Portugal.
- Cabral, J. P. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção*. Lisboa: Lidel - edições técnicas, lda.
- Chen, C.-C. (2013). A developed autonomous preventive maintenance programme using RCA and FMEA. *International Journal of Production Research*, 51(18), 5404-5412.
- Cigolini, R., Fedele, L., Garetti, M., & Macchi, M. (2008). Recent advances in maintenance and facility management. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 19(4), 279-286.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-Ação: Metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, 13(2), 355-379.
- Doostparast, M., Kolahan, F., & Doostparast, M. (2014). A reliability-based approach to optimize preventive maintenance scheduling for coherent systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 126, 98-106.
- EN 13306. (2007). *Norma Europeia da terminologia da Manutenção*.
- EN 15341. (2007). *Maintenance Key Performance Indicators*.
- Eti, M. C., Ogaji, S. O., & Probert, S. D. (2004). Implementing total productive maintenance in Nigerian manufacturing industries. *Applied Energy*, 79, 385-401.
- Eti, M., Ogaji, S., & Probert, S. (2006). Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture. *Applied Energy*, 83(11), 1235-1248.
- Fernandes, A. M. (2006). A Investigação-acção como metodologia. Em *Projecto SER MAIS – Educação para a Sexualidade Online* (pp. 69-78).
- Jain, A., & Bhatti, R. S. (2015). OEE enhancement in SMEs through mobile maintenance:. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32(5), 503-516.
- Lopes, I. (Maio de 2012). *A Manutenção Produtiva Total*. Braga.

- Moghaddam, K. S., & Usher, J. S. (2011). Preventive maintenance and replacement scheduling for repairable and maintainable systems using dynamic programming. *Computers and Industrial Engineering*, 60(4), 654-665.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered Maintenance*. New York: Industrial Press Inc.
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295-302.
- Park, K. S., & Han, S. W. (2011). TPM - Total productive maintenance: Impact on competitiveness and a framework for successful implementation. *Human Factors and Ergonomics In Manufacturing*, 11(4), 321-338.
- Pinto, J. P. (2013). *Manutenção Lean*. Lidel.
- Pinto, V. M. (1994). *Gestão da Manutenção*. IAPMEI - Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento.
- Prickett, P. (1999). An integrated approach to autonomous maintenance management. *Integrated Manufacturing Systems*, 10(4), 233-243.
- Robbins, R. (2008). Overall Equipment Effectiveness. *Control Engineering*, 64.
- Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*, 179(1-3), 276-279.
- Shen, C.-C. (2015). Discussion on key successful factors of TPM in enterprises. *Journal of Applied Research and Technology*, 13(3), 425-427.
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine. *Procedia Engineering*.
- Smith, R., & Hawkins, B. (2004). *Lean Maintenance*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance. *International Journal of Production Economics*, 70(3), 237-244.

ANEXO I – REGISTO DE MANUTENÇÃO DE 1º NÍVEL

IKEA Industry Paços de Ferreira		Registo de Manutenção													
FÁBRICA:	FOIL	LINHA:	Complete Line	POSTO TRABALHO:											
FOIL- F&W - Complete Line - Registo Manutenção 1º Nível															
EQUIPA RESPONSÁVEL: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">BOF</th> <th style="width: 50%;">PFF</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td>1ªT</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>2ªT</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>3ªT</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>4ªT</td> </tr> </table>		BOF	PFF	A	1ªT	B	2ªT	C	3ªT	D	4ªT	FOIL - Complete Line 			
BOF	PFF														
A	1ªT														
B	2ªT														
C	3ªT														
D	4ªT														
MODO PREENCHIMENTO <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px; background-color: #92D050; border: 1px solid black;"></td> <td>Realizada - Resultado OK</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></td> <td>Realizada - Resultado NOK</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black;"></td> <td>Não realizado</td> </tr> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px; background-color: #000000; border: 1px solid black;"></td> <td>Não Aplicável</td> </tr> </table>			Realizada - Resultado OK		Realizada - Resultado NOK		Não realizado		Não Aplicável						
	Realizada - Resultado OK														
	Realizada - Resultado NOK														
	Não realizado														
	Não Aplicável														
Equipamento															
Posto 1 Bargstedt TBH599 / Buffering		Posto 2 TRL100 / Homag FPL 620 / TFR 580		Posto 3 Homag FKf 300 / Premelter / Grua Foil		Posto 4 Homag KAL 620		Posto 5 Power TRL 100 / Homag TRR 100		Posto 6 HOLZMA / Bargstedt TSP 440		Barberan U202000080			
Semana	Dia da semana	Diária	Observações	Diária	Observações	Diária	Observações	Diária	Observações	Diária	Observações	Diária	Observações		
Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom		
Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom		
Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom		
Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom		
Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom		
Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Ter	Seg	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom		

ANEXO II – TEMPLATE DE AUDITORIA M1N

 AUDITORIA MANUTENÇÃO 1º NÍVEL -M1N							
N.º	CRITÉRIO	OPORTUNIDADES DE MELHORIA	AVALIAÇÃO				
			Muito Fraco	Fraco	Médio	Bom	Excelente
			1	2	3	4	5
Informação	1	Os operadores têm conhecimento do sistema de lote e qual o seu objectivo?					
	2	Os operadores têm conhecimento de como devem reportar anomalias?					
	3	Existe material disponível para a realização das etapas de M1N?					
	4	O material de M1N está no devido local e identificados?					
	5	Os registos encontram-se preenchidos conforme Standard?					
Registos	6	O quadro de registos de M1N encontram-se actualizados?					
	7	Os Foremen / Line Leander tem conhecimento como se registam a M1N?					
	8	Estão a ser registadas as anomalias que dão origem a OT's ?					
	9	Os operadores sabem a onde se encontram as WES / ITM?					
	10	As WES /ITM de M1N fornecidas aos operadores estão actualizadas como a última versão?					
Execução	11	O operador esta formado para a realização de tarefas de M1N?					
	12	Verificar o estado geral da linha, apresenta evidência que as tarefas de M1N estão a ser realizadas?					
	13	O operador tem conhecimento de quais os EPI'S e / ou sistemas de lote que deve usar nas tarefas de M1N?					
	14	Escolher um equipamento aleatório, e em conjunto com o operador, avaliar se a mesma se encontra a ser realizada correctamente?					
	15	Validar o tempo e o n.º de operadores que se encontram nas tarefas de M1N está de acordo com o definido?					
AUTODISCIPLINA	16	A área dispõe de um plano de acções actualizado para a resolução das constatações levantadas em auditorias M1N?					
	17	As constatações de auditorias anteriores, que foram colocadas no plano de acções, foram corrigidas?					
	18	As constatações de auditorias anteriores, que foram colocadas no plano de acções, foram realizadas dentro dos prazos estabelecidos?					
	19	Todos os colaboradores da área de trabalho se encontram envolvidos nas atividades M1N?					
	20	As anomalias estão a se correctamente abertas e identificadas no Tekla					

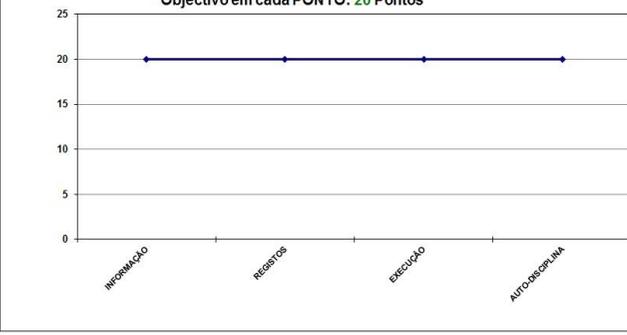
Todos os temas com avaliação inferior a 4 deverão ser:

- Resolvidos de imediato, quando a sua resolução depender da equipa auditada.
- Alvo de abertura de PAC no RISI, quando a sua resolução depender de terceiros.

Titular do posto :	Posto:	Data:
Responsável M1N da área :	Secção:	Auditor:

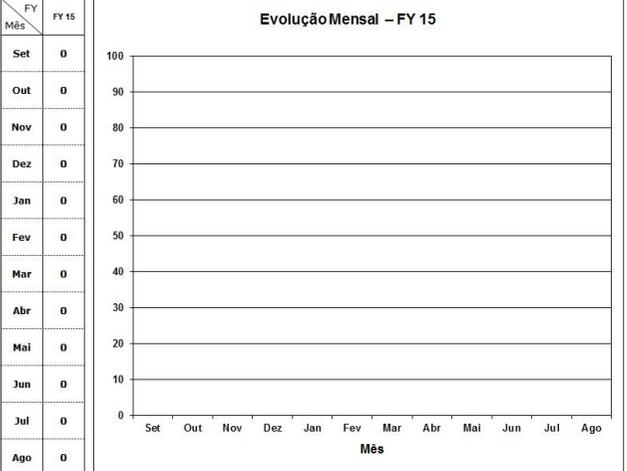
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	AVALIAÇÃO ANTERIOR	AVALIAÇÃO ATUAL
0 a 49 = Muito Fraco	0	0
50 a 69 = Fraco		
70 a 79 = Médio		
80 a 89 = Bom		
90 a 100 = Excelente		

Objectivo em cada PONTO: 20 Pontos



FY	FY 15
Set	0
Out	0
Nov	0
Dez	0
Jan	0
Fev	0
Mar	0
Abr	0
Mai	0
Jun	0
Jul	0
Ago	0

Evolução Mensal – FY 15



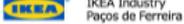
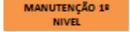
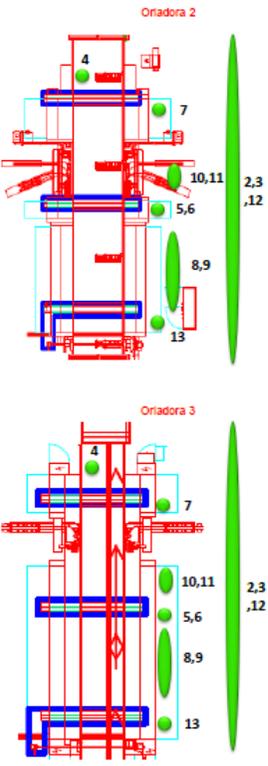
ANEXO III - ANTIGA INSTRUÇÃO DE TRABALHO DIÁRIA DA ORLADORA 2

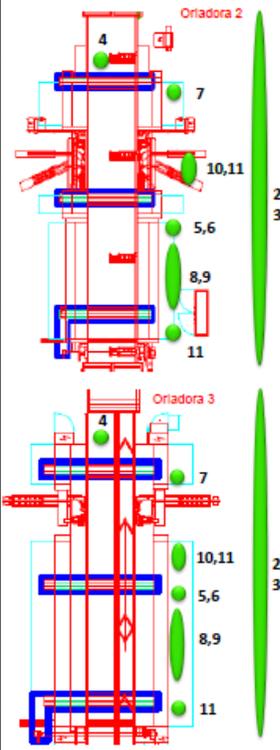
Swedwood		Manutenção 1º nível - Diária				WMI_010_05		Data: 09/02/2011									
		Semana: _____				Elaborado por: A. Lima		Aprovado por: J. Silva									
Máquina - U2000138 / U2000150					Homag KFL 620 - Linha 1 e 2 (orladora 2)												
Unidade	Ação de	Descrição	Foto	Material utilizado	MAQUINA PARADA												
TAREFAS					Segunda	Terça			Quarta			Quinta			Sexta		
					A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Máquina Base		Limpeza Máquina Remover quaisquer resíduos Aspirar convenientemente a máquina		Abrasião; ar compressor; estricura; aparelho; pau	OK / NOK*												
					Anomalia												
Dispositivos Limpeza		Rolos Pressão Remover incrustações de cola do separador com dissolventes não inflamáveis. Limpar a abertura do jorro com um pano limpo. Verificar a força da mola dos rolos pressionando-os para trás.		Espátula; Spray de limpeza OKS 2881	OK / NOK*												
					Anomalia												
Dispositivos Limpeza		Copiedoras / Raspadores Remover incrustações de cola com ultrassom não inflamáveis. Verificar o estado dos copiedoras quando a emprego e a possível pressão.		Espátula; Spray de limpeza OKS 2881	OK / NOK*												
					Anomalia												
Chip Breakers		Batente Fio Verificar funcionamento chip breakers e existência de borraça no batente fio. Limpar sempre que este apresente flocos de cola.		---	OK / NOK*												
					Anomalia												
Unidade Cola		Sistema Cola Verificar se existem detritos e aflicção a limpeza do mesmo. ATENÇÃO: Ter atenção para que durante a limpeza não desligar nenhum cabo eléctrico ou peça mecânica.		Espátula; Spray anti-adesivo	OK / NOK*												
					Anomalia												
Sistema Ajuda		Centeadores Verificar centeadores de ajuste manual, se o valor medido está dentro dos parâmetros estabelecidos.		---	OK / NOK*												
					Anomalia												
Unidade Aparar		Unidade Aparar Retirar limpa e limpar os resíduos de serrim acumulados. Verificar possível existência de dentes partidos dos discos de corte. Nota: mais de 3 dentes partidos é crítico.		Air Comprimido	OK / NOK*												
					Anomalia												
Unidade Assamblar		Unidade Assamblar Verificar a existência de chips de protecção da esteira e o seu funcionamento em marcha.		---	OK / NOK*												
					Anomalia												
Escuadra Máquina		Sensor Escuadra Limpar a superfície do sensor de escuadra da máquina com um pano limpo humedecido com um pouco de álcool.		Pano; Álcool	OK / NOK*												
					Anomalia												
Agregados Frosagem		Multiperfis Verificar possíveis fugas de ar e fadga nos pneumáticos dos multiperfis. Alertar a correcta pressão nos manómetros.		---	OK / NOK*												
					Anomalia												
TAREFAS					MAQUINA MARCHA												
Dispositivos Protecção		Botões de Emergência Verificar visualmente conformidade		---	OK / NOK*												
					Anomalia												
Entrada Máquina		Pneumático Alinhamento Verificar a funcionalidade do cilindro de alinhamento de peças, assim como o revestimento de borraça dos rodos.		---	OK / NOK*												
					Anomalia												
					OK / NOK*												
					Anomalia												
*Notas:				Nº operador													
- OK / NOK - Neste campo o operador que fez a tarefa deve preencher com um OK se não existem anomalias.				Nome operador													
- NOK se houver anomalias.				Nº Line Leader													
- Na eventualidade de detectar problemas em algum ponto, deve abrir uma O.T. de pedido intervenção em papel, e registar a anomalia no respectivo ponto encerrado.				Nome Line Leader													
Observações :																	

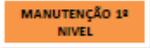
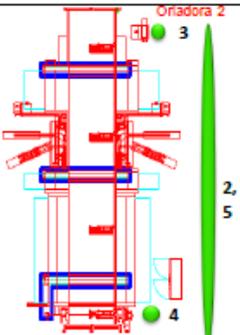
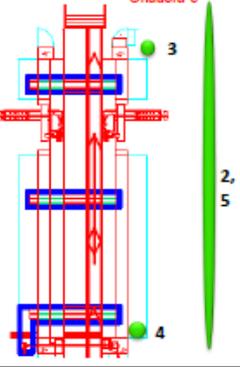
ANEXO IV - ANTIGA INSTRUÇÃO DE TRABALHO SEMANAL E MENSAL DA ORLADORA 2

		Manutenção 1º nível - Semanal e Mensal Semana: _____ a _____ Mês: _____				8891_011_04	Data: 13-12-2011												
						Elaborado por: A. Lamas	Aprovado por: J. Silva												
Máquina - U2000138 / U2000150		Homag KFL 620 - Linha 1 e 2 (Orladora Z)																	
Unidade	Ação	Descrição	Foto	Material utilizado	Semana:	Semana:	Semana:	Semana:	Semana:										
TAREFAS					MÁQUINA PARADA														
Dispositivos de Protecção	4	Ponto de segurança	Verificar se com as portas abertas interrompe a máquina	Verificar switch das lâmpadas das portas		Equipa	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
		OK / NOK	Anomalia																
Agregados Fressagem	5	Barras/Fressas/Respostores	Limpar os agregados das barras com ar comprimido e de seguida aplicar spray OXS 2001. Perigo: ter cuidado com o revolvimento das barras	Futaljeças móveis	Revisar os eixos com lâmpa de inspecção, limpar com pano e spray de limpeza, em seguida aplicar spray lubrificante. Verificar possíveis folgas		Ar comprimido	Spray OXS 2001	2001	Ar comprimido	Spray limpeza OXS 2001	Pano Spray lubrificante OXS 811	OK / NOK	Anomalia					
		OK / NOK	Anomalia																
Sistema Transporte	6	Pneus	Limpar os pneus revestidos de estanho e de modo, remover emblemas de orla, aplicar spray limpeza e de seguida spray lubrificante. Verificar possível dano da borracha	Linha Pneus	Verificar funcionamento do micro do line point		Pano Spray OXS 2001 Spray OXS 341	OK / NOK	Anomalia										
		OK / NOK	Anomalia																
Sistema Sensores	7	Sensores / Autocheck	Manter sempre os botões luminosos limpos de pó, passar pano seco. Verificar funcionalidade	Sistema Cola	Verificar se existem diferenças a afectar a limpeza do massa. ATENÇÃO: Ter atenção para que durante a limpeza não danificar nenhum cabo eléctrico da peça mecânica. Verificar sensor nível água limpar caso necessário		Pano	OK / NOK	Anomalia										
		OK / NOK	Anomalia																
Unidade cola	8	Massa Cola	Revisar estado de cada unidade, com um raspador retirar pouco massa. Limpar e lubrificar a corrente de tracção, utilizar spray limpeza. Aplicar spray anti-aderente	Massa Cola	Verificar se existem diferenças a afectar a limpeza do massa. ATENÇÃO: Ter atenção para que durante a limpeza não danificar nenhum cabo eléctrico da peça mecânica. Verificar sensor nível água limpar caso necessário		Futaljeça Spray anti-aderente	OK / NOK	Anomalia										
		OK / NOK	Anomalia																
TAREFAS					MÁQUINA EM MARCHA														
Arquivo electrónico	9	Tálias Fibra	Limpar as tálias das fibras e a profila de ar comprimido, direccionar pelo no sentido da expulção (ao portador)	Óleo e Lubrificação	Lubrificar partes de lubrificação da unidade - massa HT, 1 unidade. Nota: A aplicação da massa deve ser feita com a unidade em funcionamento		Ar comprimido	OK / NOK	Anomalia										
		OK / NOK	Anomalia																
Unidade Cola	10	Óleo e Lubrificação	Lubrificar partes de lubrificação da unidade - massa HT, 1 unidade. Nota: A aplicação da massa deve ser feita com a unidade em funcionamento	Massa HT (1 unidade)	Verificar a existência de todos os roll's e o seu estado		Bomba de lubrificação Massa HT (1 unidade)	OK / NOK	Anomalia										
		OK / NOK	Anomalia																
Sistema Transporte	11	Massa HT	Lubrificar partes de lubrificação da unidade - massa HT, 1 unidade. Nota: A aplicação da massa deve ser feita com a unidade em funcionamento	Massa HT (1 unidade)	Verificar a existência de todos os roll's e o seu estado		Bomba de lubrificação Massa HT (1 unidade)	OK / NOK	Anomalia										
		OK / NOK	Anomalia																
TAREFAS MENSAIS					MÁQUINA EM MARCHA														
Sistema Orla	12	Punção Nylon	Verificar o funcionamento dos Punção de Nylon e o desgaste da borracha	Punção Nylon	Verificar o funcionamento dos Punção de Nylon e o desgaste da borracha		OK / NOK	Anomalia											
		OK / NOK	Anomalia																
*Notas: - OK / NOK - Neste campo o operador que realizou a tarefa deve preencher com um OK se não se registem anomalias - NOK se houver anomalias - Na eventualidade de detectar problemas em algum ponto, deve abrir uma O.T. de pedido de intervenção em papel, e registar a anomalia no respectivo ponto afectado.					Nº operador														
					Nome operador														
					Nº Lím. Líder														
					Nome Lím. Líder														
Observações:					Nome e Nº operador Manual														
					Verificado por (Nº e Assin):														

ANEXO V – INSTRUÇÕES DE TRABALHO DA ORLADORA 2 E ORLADORA 3

		<h3>Standard Operating Sheet</h3>				DATA Aprovação 17-06-2015	SOS-2869	13
				ELABORADO POR: Natalia Oliveira				
				APROVADO POR: Carlos Sa				
FÁBRICA:	ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	TEMPO TOTAL ROTINA	INFORMAÇÃO ADICIONAL:		
LacquerPrint e Foil	EB&D_L&P	L1 e L2	Orladora 2 e 3	Todos		U2000138/150; U2000145/157		
MANUTENÇÃO 1º NÍVEL		<h2>L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 2 e 4 [Orladora 2 e 3] - Manutenção de 1º Nível - 2ª Feira</h2>						
Nº	WES	Actividade	Variante	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
1		Verificar cuidados a ter com os equipamentos antes de realizar a manutenção, através dos procedimentos LOTO		00:00:00		00:00:00		
2		Limpeza geral da máquina, removendo todos os resíduos (serrim, aparas de orla, etc.) do interior, meio e exterior da máquina, com auxílio de ar comprimido e vassoura		00:30:00		00:30:00	Material a utilizar: ar comprimido, vassoura	
3		Limpeza e lubrificação dos veios de todos os agregados (serras, pré-fresagem, fresagem fina e cunhas). Verificação do estado dos tubos de aspiração, de todos os contadores e a existência de folgas nestes		00:10:00		00:10:00	Material a utilizar: pano, PECOL P290, PECOL P50, WD-40	
4		Verificar conformidade dos line point e a conformidade das serras		00:01:00		00:01:00		
5		Verificar estado das fresas e força das molas na pré-fresagem e fresagem fina		00:01:00		00:01:00		
6		Verificar o correto funcionamento e limpeza dos copiadores e o seu estado na pré-fresagem, fresagem fina e cunhas		00:05:00		00:05:00	Material a utilizar: lixa de água, pano e álcool	
7		Verificar estado das lâminas de corte		00:01:00		00:01:00		
8		Limpeza dos copiadores e espelhos dos multiperfis, e verificar correto funcionamento destes (se o coprador está livre e sem folgas)		00:20:00		00:20:00	Material a utilizar: pano, álcool ou PECOL P290	
9		Verificação do estado do manómetro, correto funcionamento dos sensores e existência de fugas de ar nos multiperfis		00:01:00		00:01:00		
10		Limpeza da mesa da cola e todos os pushers, removendo todos os resíduos existentes		00:10:00		00:10:00	Material a utilizar: espátula	
11		Limpeza dos rolos de aperto, removendo todos os resíduos e verificação da pressão destes		00:05:00		00:05:00	Material a utilizar: espátula, PECOL P290	
12		Verificação da conformidade dos contadores, manómetros e eletroválvulas (deve-se ativar o modo manual com chave de fendas) quanto ao seu funcionamento		00:01:00		00:01:00	Material a utilizar: chave de fendas	
13		Verificação do estado e funcionamento dos motores de polimento. Trocar as escovas caso seja necessário		00:01:00		00:01:00		
Notas: Todo o material que estiver danificado e precisar de ser trocado urgentemente, deve ser feito na hora. Em caso de troca de componentes deve-se abrir uma TPM para registo de informação. Caso não seja possível, deve-se abrir OT/TPM.			Total	01:26:00	0			
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:   Tarefas que se fazem constantemente Tarefas que se realizam ao fim de o número que se encontra na célula conjunto de actividades anteriores			Observações:					

 IKEA Industry Paços de Ferreira		<h2 style="text-align: center;">Standard Operating Sheet</h2>				DATA Aprovação 17-06-2015	SOS-2878	01
						ELABORADO POR: Natália Oliveira		
						APROVADO POR: Carlos Sa		
FÁBRICA:	ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	TEMPO TOTAL ROTINA	INFORMAÇÃO ADICIONAL:		
LacquerPrint e Foil	EB&D_L&P	L1 e L2	Orladora 2 e 3	Todos		U2000138/150; U2000145/157		
MANUTENÇÃO 1º NÍVEL		<h3>L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 2 e 4 [Orladora 2 e 3] - Manutenção 1º Nível - 3ª Feira</h3>						
Nº	WES	Actividade	Variante	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
1		Verificar cuidados a ter com os equipamentos antes de realizar a manutenção, através dos procedimentos LOTO		00:00:00		00:00:00		
2		Limpeza geral da máquina, removendo todos os resíduos (serrim, aparas de orla, etc.) do interior, meio e exterior da máquina, com auxílio de ar comprimido e vassoura		00:30:00		00:30:00	Material a utilizar: ar comprimido, vassoura	
3		Limpeza e lubrificação dos veios de todos os agregados (serras, pré-fresagem, fresagem fina e cunhas). Verificação do estado dos tubos de aspiração, de todos os contadores e a existência de folgas nestes		00:10:00		00:10:00	Material a utilizar: pano, PECOL P290, PECOL P50, WD-40	
4		Limpeza e verificação dos line point das serras, através da remoção das tampas das serras		00:01:00		00:01:00	Material a utilizar: aspiração, ar comprimido	
5		Limpeza dos copiadores e verificação do seu estado na pré-fresagem fresagem fina		00:10:00		00:10:00	Material a utilizar: lixa de água, ponta de orla	
6		Limpeza das cunhas e verificação do seu estado, removendo todos os resíduos existentes. Esta operação deve ser feita com a máquina parada		00:05:00		00:05:00	Material a utilizar: ar comprimido e pano	
7		Limpeza dos copiadores e espelhos dos multiperfis, e verificar correto funcionamento destes (se o copião está livre e sem folgas)		00:20:00		00:20:00	Material a utilizar: pano, álcool ou PECOL P290	
8		Verificação do correto funcionamento dos sensores e existência de fugas de ar nos multiperfis		00:01:00		00:01:00		
9		Limpeza da mesa da cola e pushers, removendo todos os resíduos de cola existentes		00:10:00		00:10:00		
10		Limpeza dos derrames de cola (com auxílio de pé de cabra se necessário), Teflon e base de apoio do rolo da cola. Utilizar chave 6 para tirar o vaso da cola. Nota: Em caso de grande derrame, deixar tarefa para sábado		00:15:00		00:15:00	Material a utilizar: chave 6, espátula e pé de cabra	
11		Verificação do estado e funcionamento dos motores de polimento. Trocar as escovas caso seja necessário		00:01:00		00:01:00		
Notas: Todo o material que estiver danificado e precisar de ser trocado urgentemente, deve ser feito na hora. Em caso de troca de componentes deve-se abrir uma TPM para registo de informação. Caso não seja possível, deve-se abrir OT/TPM.			Total	01:43:00	0			
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:   Tarefas que se fazem constantemente  Tarefas que se realizam ao fim de o número que se encontra na célula conjunto de actividades anteriores			Observações:					

 IKEA Industry Paços de Ferreira		Standard Operating Sheet			DATA Aprovação 17-06-2015	SOS-2882	01	
					ELABORADO POR: Natalia Oliveira			
					APROVADO POR: Carlos Sa			
FÁBRICA:	ÁREA:	LINHA:	POSTO TRABALHO:	DESIGNAÇÃO DO PRODUTO:	TEMPO TOTAL ROTINA	INFORMAÇÃO ADICIONAL:		
LacquerPrint e Foil	EB&D_L&P	L1 e L2	Orladora 2 e 3	Todos		U2000138/150; U2000145/157		
MANUTENÇÃO 01º NÍVEL		L&P - EB&D - Linha 1 e 2 - Homag 2 e 4 [Orladora 2 e 3] - Manutenção 1º Nível - 4ª Feira						
Nº	WES	Actividade	Variante	Tempo de atividade	Caminha	Tempo Acumulado	Pontos Chave	Layout
1		Verificar cuidados a ter com os equipamentos antes de realizar a manutenção, através dos procedimentos LOTO		00:00:00		0		
2		Limpeza geral da máquina, removendo todos os resíduos (serrim, aparas de orla, etc.) do interior, meio e exterior da máquina, com auxílio de ar comprimido e vassoura		00:30:00		00:30:00	Material a utilizar: ar comprimido, vassoura	
3		Verificação do estado das rodas, dos braços (Homag 4) e pneumáticos (Homag 2) de entrada da máquina		00:01:00		00:01:00		
4		Verificação do estado das lagartas no fim da máquina. Deve ser removida a tampa para limpeza das aparas de orla. Verificação da falta de alguma borracha nas correias		00:30:00		00:30:00	Material a utilizar: ar comprimido	
5		Verificação do estado dos Nocken's, através do levantamento destes. O equipamento deve ser colocado em modo manual		00:20:00		00:20:00		
								
Notas:								
Todo o material que estiver danificado e precisar de ser trocado urgentemente, deve ser feito na hora. Em caso de troca de componentes deve-se abrir uma TPM para registo de informação. Caso não seja possível, deve-se abrir OT/TPM.			Total	01:21:00	0			
AJUDAS EHS / AJUDAS CHAVE:			Observações:					
			Tarefas que se fazem constantemente					
			Tarefas que se realizam ao fim de o número que se encontra na célula conjunto de actividades anteriores					

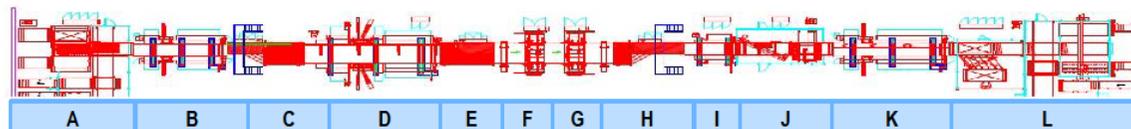
ANEXO VI - PLANO DE MANUTENÇÃO DE 1º NÍVEL



IKEA Industry
Paços de Ferreira

PLANO DE MANUTENÇÃO 1º NÍVEL

EDGE BAND & DRILL – Linha 1 e 2



- | | | |
|--|--|--|
| A Rollers Conveyor – BARGSTEDT TBH 500 | E Rollers Conveyor – HOMAG – PROFI TD | I Cutting Machine – HOMAG (3) – PROFI FLP 620 |
| B Edge Banding – HOMAG (1) – OPTIMAT KLF 525 | F Drilling Machine – WEEKE (1) – PROFI BST 500D | J Turning Machine – BARGSTEDT – TVP 400 |
| C Rollers Conveyor – HOMAG – PROFI TD | G Drilling Machine – WEEKE (2) – PROFI BST 500D | K Edge Banding – HOMAG (4) – OPTIMAK KLF 525 |
| D Double Edge Banding – HOMAG (2) – PROFI KFL 620 | H Rollers Conveyor – HOMAG – PROFI TD | L Out Feeder – BARGSTEDT – TSP 420 |

Equipamento		Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
BARGSTEDT IN	A	EQ1				
HOMAG 1 e Tapete Rolos	B e C	EQ1	EQ1	EQ1	EQ1	EQ1
HOMAG 2 e Tapete Rolos	D e E	EQ1	EQ1	EQ1	EQ1	EQ1
WEEKE 1	F	EQ3	EQ3	EQ3	EQ3	EQ3
WEEKE 2 e Tapete Rolos	G e H	EQ3	EQ3	EQ3	EQ3	EQ3
SPLITTER	I		EQ2			EQ2
SWAPER	J					EQ2
HOMAG 4	L	EQ2	EQ2	EQ2	EQ2	EQ2
BARGSTEDT OUT	M	EQ2				
EQUIPA						
OP1/OP2	EQ1					
OP3/OP4	EQ2					
OP5	EQ3					

Em fase de validação

