



Universidade de Aveiro  
Ano 2022

**MIGUEL DA SILVA  
SEBASTIÃO**

**DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM  
PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA NUMA  
EMPRESA DE PRODUÇÃO DE  
ELETRODOMÉSTICOS**



Universidade de Aveiro  
Ano 2022

**MIGUEL DA SILVA  
SEBASTIÃO**

**DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM  
PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA NUMA  
EMPRESA DE PRODUÇÃO DE  
ELETRODOMÉSTICOS**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Marlene Paula Castro Amorim, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho aos meus pais por tudo o que me proporcionaram.

**o júri**

presidente

Prof. Doutor Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais

Prof. Doutor Paulo Augusto Cauchick Miguel  
professor associado da Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Doutora Marlene Paula Castro Amorim  
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Ao meu orientador da empresa, Hugo Quina, pelo apoio e tempo despendido durante os 7 meses de estágio e pelo subsequente acompanhamento na minha entrada no mercado de trabalho.

Aos outros colegas da Teka, Carla Pequeno, Juan Silva, Mário Lino e Rodrigo Mingatos que mais de perto foram auxiliando nas pequenas dúvidas e esclarecimentos e restantes colaboradores que permitiram a implementação do projeto.

Aos meus colegas de estágio pelo companheirismo e pelas boas pausas do trabalho proporcionadas.

Aos meus amigos pelos 5 anos de grande convivência, serões bem passados e explicações gratuitas.

Ao Duarte Vale pelos jantares disponibilizados depois de tardias vindas da biblioteca e por todos outros momentos proporcionados durante 5 anos de companhia de casa.

Ao meu avô pela constante preocupação e excelente relação.

Por fim, e mais importante, aos meus pais por tudo o que fizeram para me permitir chegar aqui e pela dedicação de sempre.

**palavras-chave**

Manutenção Produtiva Total (TPM), manutenção, eficiência, operadores, eficácia global do equipamento (OEE), produtividade.

**resumo**

Uma empresa que dependa diretamente da produtividade dos seus equipamentos deve ter uma preocupação acrescida com o funcionamento dos mesmos e, conseqüentemente, com a sua manutenção.

Neste sentido, surgiu a necessidade de iniciar, de raiz, a implementação da Manutenção Autónoma, um pilar da ferramenta Manutenção Produtiva Total (TPM), na empresa Teka Portugal, S.A., com o objetivo de melhorar a produtividade dos equipamentos, através da diminuição dos tempos de paragens não planeadas e da produção de peças defeituosas, por melhoria das condições de funcionamento do equipamento.

Foi feita uma preparação do projeto através da auscultação dos operadores e equipa de manutenção, a fim de perceber quais as tarefas a incluir no Plano de Manutenção Autónoma; foi feita uma análise dos equipamentos mais críticos, para decidir por onde começar a implementação.

Após a implementação do projeto, notou-se uma crescente preocupação e relação dos operadores com os problemas do equipamento e do espaço ao seu redor e da preocupação em melhores condições das ferramentas de trabalho.

Em termos de produtividade do equipamento não foi possível chegar a grandes conclusões durante o período de estágio, visto que esta é uma ferramenta com efeitos de médio/longo prazo e, portanto, não foi possível analisar resultados quantitativos.

**keywords**

Total Productive Maintenance (TPM), maintenance, efficiency, operators, Overall Equipment Effectiveness (OEE), productivity.

**abstract**

A company that depends directly on the productivity of its equipment must have an increased concern about its operation and, consequently, with its maintenance.

In this sense, the need arose to start, from scratch, the implementation of Autonomous Maintenance, a pillar of the Total Productive Maintenance (TPM) tool, in the company Teka Portugal, S.A., with the aim of improving the productivity of equipment, by reducing the time of unplanned stops and the production of defective parts, by improving the operating conditions of the equipment.

The project was prepared by listening to the operators and the maintenance team, in order to understand which tasks should be included in the Autonomous Maintenance Plan; an analysis of the most critical equipment was made, to decide where to start the implementation.

After the implementation of the project, it was noted an increasing concern and relationship of the operators with the problems of the equipment and the space around them, and the concern for better conditions of the work tools. In terms of equipment productivity, it was not possible to reach major conclusions during the internship period, since this is a tool with medium/long term effects and therefore it was not possible to analyze quantitative results.

## Índice

Índice .....	8
Índice de Figuras.....	9
1. Introdução .....	11
1.1 Motivação e Contextualização .....	11
1.1.1 A empresa .....	11
1.1.1.1 Teka Portugal.....	12
1.1.1.2 Processo de fabrico .....	14
1.2 Objetivos .....	17
1.3 Metodologia .....	20
2. Revisão da Literatura.....	22
2.1 O que é o TPM? .....	22
2.1.1 Os 8 Pilares do TPM .....	26
2.2 Manutenção Autónoma .....	30
3. Projeto prático .....	32
3.1 Implementação .....	32
3.1.1 Plano de Manutenção Autónoma .....	32
3.1.2 Quadro TPM .....	38
3.2 Resultados .....	42
4. Conclusão .....	45
4.1 Considerações finais.....	45
4.2 Limitações e Trabalho Futuro.....	46
5. Referências.....	49
6. Anexos.....	53



## Índice de Figuras

Figura 1: Layout da área da PinturaMontagem e Pré-montagem .....	13
Figura 2: Organograma Teka Portugal, S.A. ....	13
Figura 3: Frontal serigrafado .....	16
Figura 4: Painel serigrafado.....	16
Figura 5: Tobera com logo.....	16
Figura 6: Chaminé vertical.....	16
Figura 7: Chaminé horizontal .....	16
Figura 8: Exemplo de pedido à equipa de Manutenção .....	19
Figura 9: Ferramentas da paneladora M1093.....	21
Figura 10: Processo de execução da Manutenção Autónoma .....	31
Figura 11: Tabelas das características dos equipamentos existentes.....	32
Figura 12: Ficha de Inspeção Preventiva da equipa de manutenção.....	33
Figura 13: Plano de Manutenção Autónoma .....	34
Figura 14: Ícones de tipo de tarefa .....	35
Figura 15: Layout do equipamento .....	35
Figura 16: Checklist da Manutenção Autónoma .....	37
Figura 17: Quadro TPM .....	38
Figura 18: Representação esquemática do Quadro TPM .....	38
Figura 19: Etiquetas de registo de anomalia .....	40
Figura 20: 7 Tipos de anomalia .....	40
Figura 21: OPL de preenchimento das etiquetas .....	42
Figura 22: Checklist preenchida .....	44



## 1. Introdução

O presente projeto, desenvolvido no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, surgiu no seguimento da escolha da opção de estágio curricular, no 5º ano de estudos. A escolha da empresa na qual se realizaria o estágio recaiu sobre a Teka Portugal, S.A., sediada na Zona Industrial da Mota, em Ílhavo. É uma empresa que se dedica à produção de eletrodomésticos para o lar, nomeadamente fornos, micro-ondas, gavetas de aquecimento, máquinas de café, componentes de telecomunicações e exaustores e chaminés. Este capítulo tem como objetivo introduzir e contextualizar o problema estudado.

### 1.1 Motivação e Contextualização

Pela necessidade, inerente a uma organização, de melhoria contínua e de se tornarem continuamente mais competitivos, foi proposto, por parte da empresa Teka Portugal, S.A., a implementação de um projeto na área do Lean, a Manutenção Autónoma (MA), pilar fulcral da ferramenta Total Productive Maintenance (TPM). O TPM é uma ferramenta abrangente que se foca na área da Manutenção e tenta potenciá-la ao máximo. A MA é um dos pilares desta ferramenta e está diretamente ligada aos operadores de chão de fábrica. Um plano de Manutenção Autónoma descreve as tarefas de manutenção a realizar, por parte dos operadores, com determinada periodicidade.

Para a concretização deste projeto, foram colocadas perguntas a todos os Team Leaders das áreas envolvidas, bem como a alguns operadores, a fim de perceber se identificavam alguns problemas recorrentes que acontecessem nas máquinas e que devessem ser combatidos. Também a equipa de manutenção foi solicitada para perceber se existiram pequenas tarefas de manutenção realizadas por eles que pudessem passar para responsabilidade dos operadores para se concentrarem em tarefas mais específicas e técnicas, que só eles são capazes de executar.

#### 1.1.1 A empresa

A Teka é uma empresa multinacional alemã, com presença internacional nos cinco continentes, comercializando os seus produtos em mais de 120 países. Nos continentes Europa, Ásia e América possui 15 fábricas que produzem, no total, cerca de 15 milhões de produtos, anualmente.

A fundação da empresa, pela mão de Karl Thieman, data de 1924, começando por ser uma empresa de maquinaria agrícola durante vários anos. Pouco depois do início da sua atividade, começou a trabalhar com aço inoxidável. Um marco que se tornaria determinante para o futuro da empresa.

Em 1957, Helmut Klein torna-se sócio, o que deu origem depois ao nome Teka, resultante da adoção das iniciais do fundador e do novo sócio, Thielmann & Klein. A partir deste momento começam a ser comercializados os produtos da nova marca, começando por ser exclusivamente lava-louças. O êxito destes produtos levou a um aumento da sua abrangência, levando à produção de fornos e chaminés.

No ano de 1964, a Teka instala-se em Espanha e começa a sua expansão internacional, iniciando na Europa e espalhando-se, posteriormente, aos restantes continentes. Durante o período de expansão continua a ampliar a gama de produtos, conseguindo alcançar um reconhecimento mundial.

Dos anos 70 em diante a sua expansão contínua levou a que a Teka passasse a ser um dos maiores patrocinadores desportivos mundiais, contando com ligações ao Real Madrid e presença em variados desportos, possuindo, inclusive, uma equipa própria.

### 1.1.1.1 Teka Portugal

A presença da Teka em Portugal iniciou-se com a comercialização, em exclusividade, por parte da empresa Anselmo Santos. A sua representação principiou-se no ano de 1975, começando apenas pela comercialização de lava-louças.

A criação da Teka Portugal, S.A., deu-se no ano de 1978. Tal como nos primórdios da empresa mãe, também a produção, continuando aquilo que era a anterior comercialização, começou por ser apenas de lava-louças. Os lava-louças foram ganhando mercado e com o aumento da imagem da marca em Portugal foi possível avançar para os outros produtos.

Atualmente, são fabricados na fábrica da Zona Industrial da Mota, em Ílhavo, os seguintes produtos: fornos de pequena dimensão (máximo de 38L), gavetas de aquecimento, máquinas de café, produtos de telecomunicações - área da qual a Teka Portugal é pioneira de entre as fábricas Teka espalhadas pelo mundo - e chaminés decorativas (verticais e horizontais) e exaustores.

A empresa está dividida em 3 principais departamentos: Industrial, Administrativo & Financeiro e Vendas. Por sua vez, o departamento Industrial, onde está inserido o projeto, está dividido em outros 6 setores: Qualidade, Investigação & Desenvolvimento, Value Stream Cavities, Value Stream Hoods, Supply Chain e Engenharia de Processo e Manutenção. A área em que este trabalho incidirá será a Value Stream Hoods, respeitante à produção de exaustores e chaminés decorativas.

Os setores VSH (Value Stream Hoods) e VSC (Value Stream Cavities) são os setores dedicados à fabricação dos produtos. VSH dedica-se à produção de exaustores e chaminés decorativas (verticais e horizontais). VSC é o departamento comumente denominado de "Cavidades" que inclui todos os outros produtos produzidos na fábrica (fornos, micro-ondas, máquinas de café e gavetas de aquecimento).

VSH, o setor específico em estudo, encontra-se agrupado em três áreas: Laser, Paneladoras e Quinadoras (LPQ); Pintura, Serigrafia e Reparações (PSR); e Montagem e Pré-montagem. Na figura 1, é possível ver uma representação esquemática da organização da empresa.

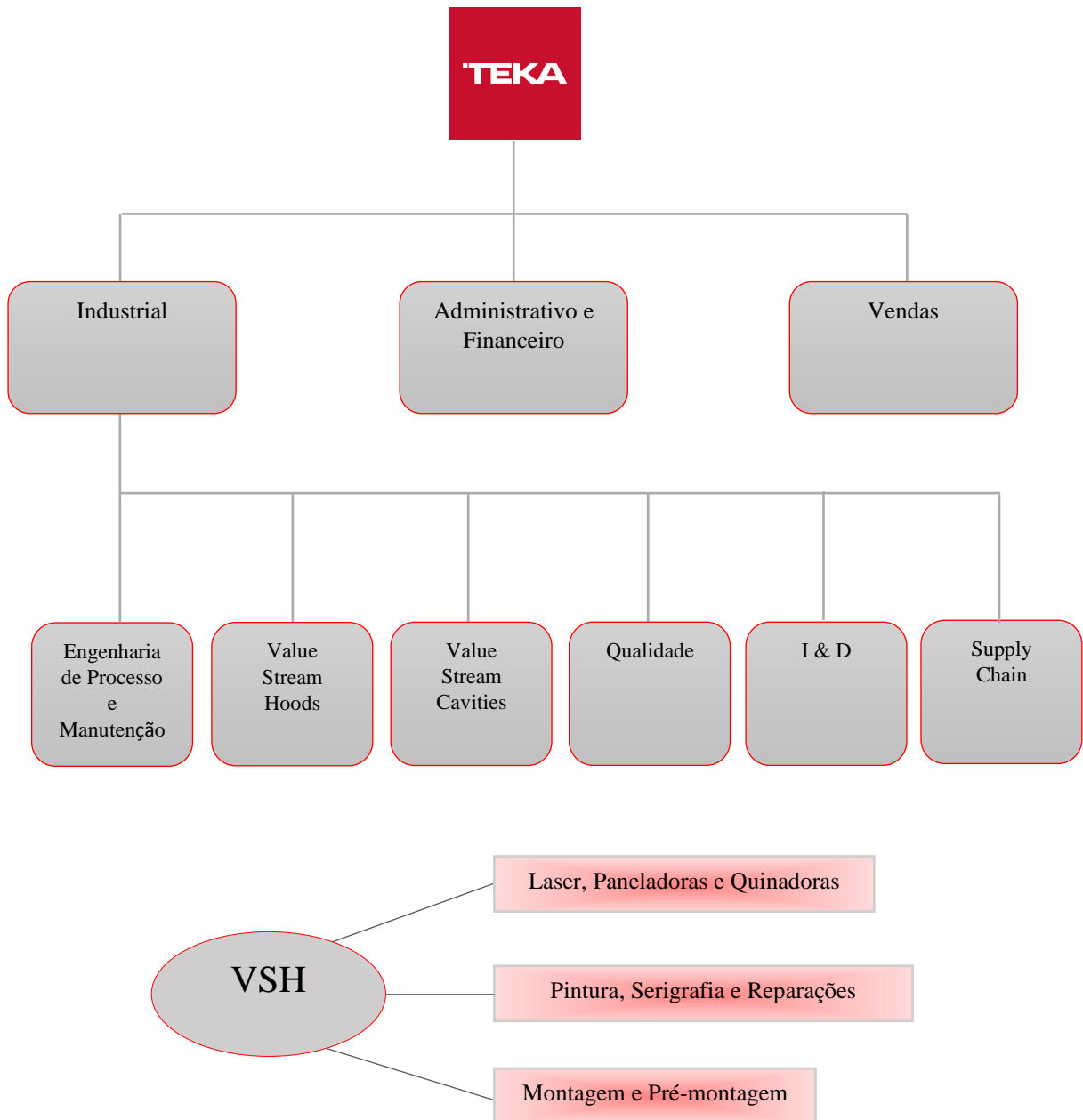


Figura 1: Organograma Teka Portugal, S.A.

### 1.1.1.2 Processo de fabrico

O processo de fabrico geral dos componentes dos produtos da fábrica inicia-se com o corte da chapa, sendo este feito na área “Laser”, que corresponde à área onde se encontram as máquinas de corte por laser. Este processo, apesar de estar incluído no setor VSH, é comum ao VSC, visto que este também necessita do material vindo desta área. Após o corte, dependendo do tipo de componente, estes podem seguir para as paneladoras ou quinadoras. Uma paneladora não é mais do que uma quinadora automática, isto é, não necessita de intervenção manual para manipular e moldar a peça. Todos os componentes possuem um “roteiro de máquinas” definido, havendo, no entanto, alternativas capazes de suplantar algumas falhas que possam surgir. Na fábrica existem duas paneladoras, que, em caso de avaria ou paragem, podem ser substituídas pelas quinadoras, no processo de transformação. Apesar de ser possível esta permuta, há que ter em conta que será uma troca que poderá trazer uma diminuição da produtividade e aumento dos custos de produção.

Depois de transformados, alguns componentes, passam por um processo de soldadura, antes de seguirem para a fase seguinte, a área da Pintura, no caso de o modelo a produzir ser de uma cor diferente da natural da chapa. Há outros casos de peças que não passam por qualquer tipo de processo de pintura que são os componentes de inox que não necessitam de ser pintados. As peças não pintadas podem, portanto, seguir diretamente para as linhas de montagem. Dentro dos modelos que necessitam de pintura, estes podem variar entre 5 cores, sendo elas: antracite, bege, branco, cinza e preto. Dentro de cada uma destas, há variâncias de tons, tendo a antracite três variações, o bege duas, o branco apenas uma, o cinza duas e o preto também duas.

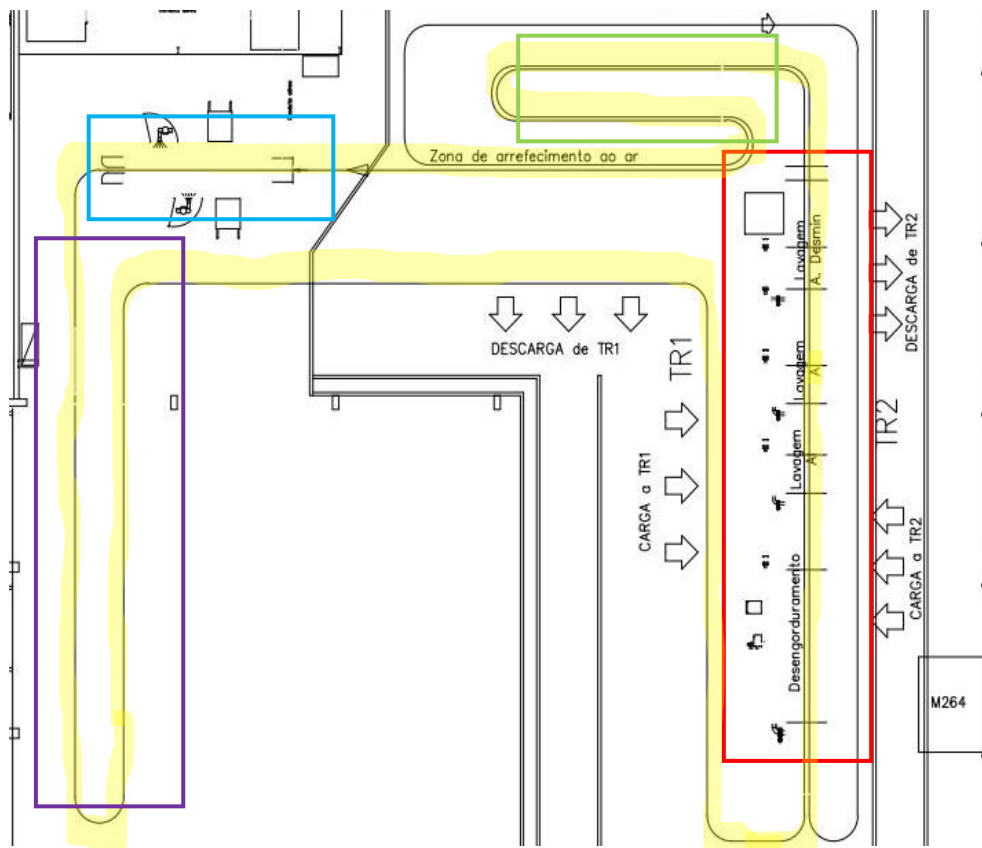


Figura 2: Layout da área da Pintura

A área da Pintura encontra-se dividida em 4 etapas: o **Túnel de Tratamento de Superfícies (TTS)**, a **Secagem**, a **Pintura** e o **Forno de polimerização** (áreas destacadas na Figura 2 com cor correspondente). Os componentes circulam numa linha suspensa, a velocidade baixa contínua, e na zona destacada a amarelo no layout da Figura 2. O seu percurso é um circuito fechado, tendo passagem pelas quatro áreas, de forma progressiva. Os componentes começam por ser colocados na linha, na zona “Carga da TR1”, identificada na Figura 2 e, terminado o percurso, os componentes são retirados da linha, na zona de “Descarga de TR1”, identificada também na Figura 2.

Na primeira etapa, os componentes passam por uma fase de limpeza e desgorduramento no TTS. Neste processo, as peças passam por 4 estágios, sendo o primeiro deles o de desgorduramento, onde são removidas gorduras, como óleo, por exemplo, que possam estar presentes nas superfícies das peças. Finda esta etapa, avança-se para o estágio seguinte, para serem lavadas, repetindo-se este processo para os dois estágios posteriores, esperando-se que, na passagem de um para o outro, as peças fiquem com cada vez menos impurezas. A seguir, inicia-se a secagem, onde as peças que acabaram de sair do processo de limpeza, no TTS, são secas, numa estufa, em ambiente fechado. Posteriormente, saem desse ambiente fechado e passam por uma zona de arrefecimento ao ar. A fase seguinte é a da pintura propriamente dita, onde é projetada “tinta em pó”, pela ação de pistolas móveis automáticas, que se deslocam verticalmente, enquanto as peças se deslocam horizontalmente. Em cantos de mais difícil acesso das peças, é necessária a posterior intervenção de um pintor, para pintar essas zonas, manualmente. Por fim, as peças seguem para a última fase, onde é realizada a pintura eletrostática no forno de polimerização. Este processo de pintura consiste na fusão do pó com o material da peça pintada, através da existência de cargas elétricas opostas entre o pó e o metal do componente. Este processo ocorre sob ação do calor, numa temperatura a rondar os 200°C.

Existem componentes que necessitam de ser serigrafados, isto é, determinados componentes têm de levar, por exemplo, a inscrição de desenhos correspondentes às temperaturas e programas (Figura 4), que estão presentes nos painéis dos eletrodomésticos, logos da marca, seja da Teka, ou outras, por exemplo. No caso dos exaustores, o único componente a necessitar de passar pela serigrafia são os frontais (Figura 3), as peças que se localizam na frente do produto, onde, normalmente, se encontram os comandos. Portanto, esta etapa acontece após a pintura ou depois da quinagem, caso a peça não necessite de ser pintada. Em relação às chaminés, também as toberas (Figura 5) levam o logo Teka, mas esse processo é realizado nas próprias linhas, através de colagem. A última etapa do processo de fabrico dos exaustores/chaminés decorativas são as Montagens. Estas têm uma pequena área anexada que são as Pré-montagens, onde se preparam alguns componentes que depois irão seguir para as linhas de montagem. Exemplo de alguns destes componentes são os motores dos exaustores que são preparados e depois enviados para as linhas. Neste momento, esse processo está a sofrer alterações. Previamente, o invólucro do motor, as ventoinhas e o motor propriamente dito eram montados na Pré-montagem. Agora, essa etapa foi eliminada de alguns dos modelos e passou-se a encomendar ao fornecedor o conjunto já montado. Atualmente, o fornecedor consegue criar

preços competitivos e evita-se o problema, que acontecia várias vezes, de um dos elementos do conjunto vir danificado do fornecedor.



Figura 3: Painel serigrafado



Figura 2: Frontal serigrafado



Figura 4: Tobera com logo

Falando especificamente da última etapa do processo, a área das montagens está dividida em 11 linhas de produção. Três delas são dedicadas à montagem de chaminés, duas para as chaminés horizontais (Figura 7) e outra para as chaminés verticais (Figura 6). As restantes oito encarregam-se da montagem de exaustores. As linhas funcionam com 4/5 operadores, algumas vezes com 3 e, em casos muito excepcionais, podem funcionar com 2 operadores. Cada linha é responsável por determinados modelos de exaustores, existindo, portanto, operadores mais especializados em determinados modelos, fruto da sua mais regular execução. Isto não impede que, em situações de ajustes de mão de obra ou de maiores necessidades de um modelo, determinados operadores sejam alocados a outras linhas ou que as linhas se adaptem à montagem de outros produtos. Na linha, o exaustor é montado manualmente sequencialmente e, no seu último posto, é já embalado e colocado na respetiva caixa, pronto a ser expedido. Antes de passarem pela embaladora, todos os exaustores são testados numa máquina de teste, para



Figura 6: Chaminé horizontal



Figura 5: Chaminé vertical



confirmar se está operacional e a fazer a correta extração do ar. Os exaustores, já embalados, são levados por colaboradores (abastecedores), transportando-os para o armazém de produto acabado ou outras localizações “pré armazém” no espaço da Produção. Estes abastecedores, para além desta tarefa, são também responsáveis por “alimentar” as linhas com os componentes necessários à sua montagem (rebites, parafusos, cabos elétricos, comandos, carcaças, etc). A sua “alimentação” é feita através de porta-paletes manuais, de um comboio logístico e de stackers (semelhantes a pequenos empilhadores) que são conduzidos pelos abastecedores. As rotas dos abastecedores são realizadas um pouco por toda a fábrica, visto que, em termos de “alimentação” das linhas, tanto podem trazer produtos da área das paneladoras/quinadoras, das prensas, do supermercado de componentes, da Pré-montagem...

## 1.2 Objetivos

Como já foi dito, anteriormente, o projeto em causa trata-se da implementação de um dos pilares do TPM, a Manutenção Autónoma. Este pilar, como acontece com a ferramenta TPM e como o próprio nome indica, está focado na manutenção e, complementarmente, nos operadores de chão de fábrica. O seu objetivo primordial é o do aumento da disponibilidade dos equipamentos, isto é, reduzir o número de avarias e paragens não planeadas da máquina.

Como é de conhecimento geral, as paragens não planeadas de um equipamento traduzem-se, na maior parte das vezes, em consequências negativas no campo da produtividade da empresa. Podem significar aumento dos custos com a necessidade de fazer horas extra; custos adicionais com despesas de manutenção na sua reparação, quer seja pela equipa interna, ou, no pior dos casos, pela contratação de serviços externos para a resolução da avaria; podem levar a atrasos no processo de produção, caso não haja alternativas ao nível de máquinas ou stocks de segurança para colmatar as possíveis falhas; a paragem dos operadores do equipamento também representa perdas para a empresa e provocam desmotivação nos colaboradores.

Para além de todos os pontos gerais abordados anteriormente, serão agora expostos casos concretos da Teka, onde a avaria dos equipamentos pode implicar consequências relativamente graves. A paneladora M1093, que será abordada à frente com mais profundidade, é uma máquina que, em caso de avaria, compromete o normal funcionamento do processo de fabrico. Existem determinados componentes trabalhados nesta máquina que não podem ser feitos em mais nenhuma, não tendo uma alternativa em caso de paragem não planeada. O planeamento, pode, eventualmente, optar por indicar a produção de outros exaustores que não necessitem daqueles componentes específicos. Outra área, crítica do processo, é a área da Pintura que funciona como uma única unidade, não tendo também alternativa, em caso de avaria de um dos equipamentos integrantes da unidade. Esta é uma área ainda mais complicada porque




implica consequências numa gama de modelos bastante mais abrangente. Outros equipamentos que podem causar impactos no fluxo normal de fabrico são as embaladoras das linhas de montagem, visto existir apenas uma por linha. A solução poderá passar pela mudança de pessoal para outra linha que possa estar disponível.



Uma última questão, não diretamente relacionada com um equipamento, mas consequência da avaria deste, é o processo de resolução de avaria. Aquando da avaria de uma máquina, fica a cargo do líder de equipa ou do supervisor fazer a comunicação à equipa de manutenção. Esta comunicação não está automatizada, sendo feita através do envio de um e-mail, com a descrição da avaria, o seu setor, entre outras informações (Figura 8). Ora, este é um processo que ainda consome algum tempo ao supervisor ou líder de equipa e, portanto, será um objetivo a redução destas ocorrências. Adicionalmente a isto, a equipa de manutenção encontra-se sempre com alguma sobrecarga de trabalho, deixando muitas vezes alguns casos com um tempo de resposta acima do desejado ou atrasando outros para resolver emergências.

Mais profundo do que todas estas vantagens diretas que traz a aplicação desta ferramenta, há um ponto cultural que também se torna prioritário e de enfoque durante este projeto, e que se pretende que se mantenha para o futuro. Complementarmente ao cumprimento do plano e à execução das suas tarefas, pretende-se que os operadores desenvolvam também um aumento do seu espírito crítico, um desenvolvimento do seu olhar crítico sobre aquilo que é o seu meio envolvente. Durante a execução do projeto espera-se que se consiga transmitir aos operadores a ideia de que é importante sermos continuamente melhores e reportar situações que não sejam do funcionamento normal do equipamento, trabalhar com uma mentalidade de melhoria contínua e identificar pequenos problemas que possam comprometer o normal funcionamento do processo.

Tendo tudo isto em conta, torna-se claro que uma aposta forte na manutenção e na preservação de um bom estado de conservação dos equipamentos pode revelar-se crucial para o bom sucesso da organização. É aqui que a Manutenção Autónoma atua, através da prática de inspeções e operações frequentes de conservação, por parte dos operadores, aqueles que mais de perto “convivem” com as máquinas e conhecem os seus problemas.

M256 - Seção Serigrafia, eliminar fugas de ar comprimido.

   
Para  manutencao TPT  
Cc 

 20211223\_115307.jpg 7 MB  20211223\_115226.jpg 8 MB

<b>Máquina</b>	<b>M256</b>
<b>Área</b>	Serigrafia
<b>Linha/Posto</b>	Seção serigrafia M256
<b>Tipo Avaria</b>	Pneumática
<b>Máquina Parada</b>	Não
<b>Segurança comprometida</b>	Não
<b>Descrição</b>	Seção serigrafia M256, eliminar fugas de ar comprimido, localizado na frente na parte superior esquerda e traseira junto às válvulas. Ver fotos.

Figura 7: Exemplo de pedido à equipa de Manutenção

### 1.3 Metodologia

A implementação da Manutenção Autónoma assenta na execução de um plano de tarefas preventivas, por parte dos operadores, de operação/limpeza/verificação que promovam a boa conservação e manutenção do equipamento. Para isso, foi pensado um modelo que melhor traduzisse as tarefas a executar, conjugando vários critérios como a complexidade, atratividade visual, clareza e funcionalidade do *template*.

Para a iniciação do projeto, primeiramente, era necessário fazer um levantamento de todos os equipamentos, da área VSH. Procedeu-se a essa tarefa, complementando-a com uma recolha das características das máquinas, como ano de fabrico, marca, modelo, entre outros, e fotografias de cada uma delas. Após esta etapa, era importante perceber se haveria alguns problemas recorrentes, já detetados nas máquinas, e de que forma seria possível atuar sobre eles, através da execução de determinadas tarefas, por forma a mitigar os efeitos destes problemas ou, preferencialmente, a eliminá-los. Era também importante perceber se já existiam determinadas tarefas de manutenção que fossem realizadas pelos operadores, a fim de as incluir no plano. Para isso, todos os líderes de equipa e alguns operadores foram questionados sobre a existência das tais pequenas avarias recorrentes nas máquinas e as tarefas de manutenção que fossem já realizadas pelos operadores, que não se encontravam oficialmente definidas.

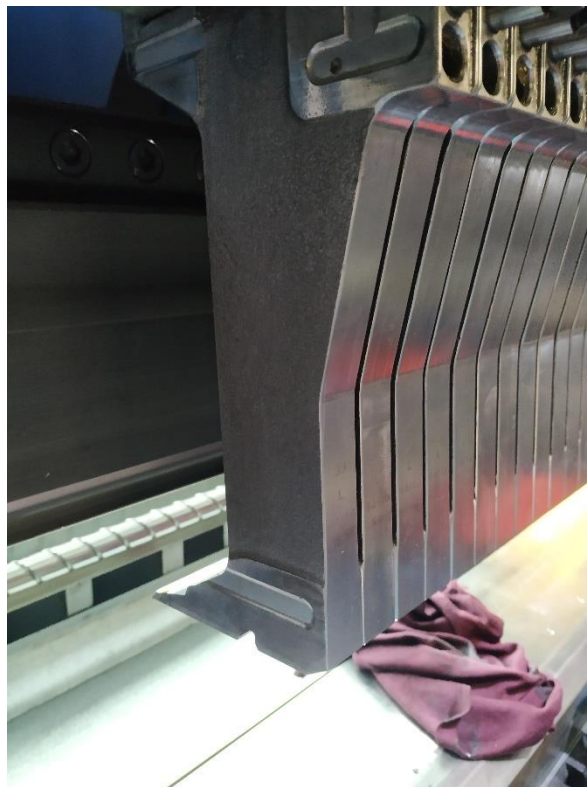
Depois de concluído o levantamento de todos estes dados, foi colocada em marcha a fase seguinte, questionando a equipa da manutenção e os seus responsáveis sobre o que tipo de manutenções preventivas são realizadas atualmente, com o objetivo de compreender se existe a possibilidade de algumas destas pequenas tarefas poderem ser transferidas para a responsabilidade dos operadores. Além disso, também os manuais dos equipamentos, que estavam disponíveis, foram consultados para obter informações sobre a manutenção recomendada, a sua periodicidade e modo de executar.

Para apoiar a implementação da Manutenção Autónoma, foi elaborada, como já dito anteriormente, uma folha tipo, onde constarão as tarefas a executar, acompanhadas de imagens ilustrativas para tornar clara a sua execução; o material necessário, quando aplicável, para a sua realização; a periodicidade com que devem ser realizadas; e o tipo de tarefa de que se trata. Estas tarefas podem ser de operação, de verificação, de limpeza ou de lubrificação.

Para iniciar a implementação do projeto, foi selecionada uma máquina piloto, neste caso, uma unidade de um equipamento, visto tratar-se de um conjunto de 3 máquinas. A máquina principal trata-se uma paneladora, com o código M1093, estando apoiada por uma máquina de solda, M1094, e uma prensa hidráulica, M125. A escolha para iniciar a implementação recaiu sobre esta máquina, por se tratar de uma unidade crítica para o fluxo de fabrico das chaminés, visto que existem componentes que não podem ser trabalhados noutras máquinas que não esta. Em caso de avaria, não existe um equipamento *backup* que a substitua. Existe uma paneladora igual a esta M1093, mas funcionam com ferramentas diferentes (Figura 9), precisamente pela necessidade de executar modelos específicos. Eventualmente, poder-se-ia optar por trocar as ferramentas para a paneladora em funcionamento, mas este é um processo penoso, visto que envolveria uma afinação milimétrica de todas as ferramentas, por forma a ficarem conformes.

Esta afinação é complexa e a sua execução torna-se bastante dispendiosa em termos de tempo, podendo implicar até a produção de peças defeituosas até que o equipamento esteja nas condições perfeitas. Da análise de criticidade feita à totalidade dos equipamentos existentes, ficou definido que a segunda área para a qual se avançaria seria a área da Pintura, visto tratar-se de uma área comum a toda a fábrica, por onde grande parte dos componentes têm de passar. É um setor que não tem qualquer tipo de alternativa e que, em caso de avaria, não consegue suprir as necessidades da Produção, sendo, portanto, também uma área prioritária.

Antes de avançar para a execução do plano, as duas equipas (turno da manhã e turno da tarde) responsáveis pela operação daquela unidade de equipamentos receberam formação teórica sobre a ferramenta TPM, com especial enfoque na Manutenção Autónoma, e prática no terreno sobre o funcionamento do plano, contando com a presença do Líder de Equipa e Supervisor da área.



*Figura 8: Ferramentas da paneladora M1093*

Como suporte à implementação da MA, são muitas vezes utilizados Quadros TPM, como se procedeu também no caso em estudo. Este quadro tem como objetivo fazer um acompanhamento da MA, registando nele anomalias do equipamento, análise ao tipo e local das anomalias, etc., podendo resultar disto OPL's (*One Point Lessons*). A OPL trata-se de uma abordagem objetiva a um tema específico, sendo uma explicação/formação para atingir resultados rápidos sobre um caso em concreto.

A médio/longo prazo, o *output* final do quadro deverá ser uma atualização do plano de MA, com o acrescento de novas tarefas que possam ter surgido de uma anomalia recorrente, que não tinha sido detetada até então, ou mesmo a remoção de alguma atividade que os trabalhadores concluíram que já não trazia valor para o plano. O plano de atividades da MA não deve ser estático, deve estar em constante atualização, sendo “alimentado” pelas informações deste quadro ou pelo feedback dos operadores.

Após o início da implementação, era necessário criar uma base de apoio e de consolidação do projeto. Para isso, foi definida uma reunião semanal de acompanhamento, junto ao quadro, entre Diretor de Produção, Supervisor e Líder de Equipa com o objetivo de analisar as anomalias identificadas e registadas no quadro, perceber onde se encontram os principais problemas dos equipamentos, perceber eventuais dificuldades dos operadores na execução das tarefas e manter a vontade inicial de execução do projeto inalterada e, se possível, melhorá-la.

Este foi o estado final de evolução do projeto. Podia-se ter optado por avançar para as restantes máquinas da fábrica, no entanto, preferiu-se optar antes por construir uma estrutura robusta e consolidar bem o projeto, através da utilização do Quadro TPM, das reuniões semanais..., perceber os pontos fortes e fracos, o que se podia voltar a replicar ou melhorar, comparativamente à unidade de equipamentos piloto, antes de avançar logo para as seguintes máquinas. Um avanço precoce e pouco pensado poderia colocar em causa toda a sustentabilidade e credibilidade do projeto.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 O que é o TPM?

O aumento da competitividade dos mercados, nas últimas décadas, causado, em parte, pela globalização, que fez aumentar, e muito, a concorrência entre empresas, bem como a mudança de processos ou de abordagens de gestão fez com que as empresas se vissem forçadas a procurar melhores soluções e processos mais eficientes (Ahuja et al., 2008). Também do ponto de vista dos clientes, as atitudes e hábitos dos consumidores foram-se alterando e diversificando, colocando uma pressão maior sobre as organizações (Miyake, 1999). Para responder aos desafios deste ambiente competitivo, as indústrias devem ter em mente iniciativas de melhoria de qualidade e performance em todos os níveis e setores, para conseguirem melhorar a sua competitividade (Pintelon et al., 2006). Desta constatação, surge a aposta na melhoria dos fluxos e processos de outras áreas das organizações, que não necessariamente a Produção. Ora, a Manutenção foi uma das áreas englobadas e é neste contexto que surge o Total Productive Maintenance (TPM).

O TPM é uma ferramenta Lean que tem como objetivo melhorar a eficiência da manutenção dos equipamentos. Apesar de não ser muito recente, os pontos abordados

anteriormente fizeram-se notar mais ao longo dos últimos anos, com um aumento da sua implementação e abrangência em várias áreas industriais, bem como o alargamento a outros setores que não os da indústria.

O TPM teve a sua origem no Japão, em 1971, na empresa Nippon Denso Co. Ltd. que era, à data, fornecedora da tão famosa Toyota. Mais tarde, o conceito foi formalizado pelo JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), passando a deter a patente da “marca” TPM, vindo, depois, a definir os 8 pilares do TPM. Segundo Jain et al., 2014, p. 295, o “TPM é uma ferramenta eficaz para a minimização do tempo de inatividade das máquinas, das perdas de produção e dos restos de material e para melhorar a eficiência do trabalho e a produtividade dos empregados e do equipamento”. Por consequência destes fatores, esta ferramenta permite melhorar o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), um dos principais indicadores de avaliação do TPM, através do aumento da disponibilidade dos equipamentos, diminuição do retrabalho, rejeições e do aumento da produtividade geral da organização. Uma análise mais aprofundada do OEE será feita mais à frente, para ajudar na compreensão e avaliação dos dados e resultados que se obtiverem.

Mas antes de chegar até à ferramenta TPM, abordar-se-ão os diferentes estágios da Manutenção que foram mudando e evoluindo ao longo do tempo, sofrendo atualizações para serem capazes de dar uma resposta, às empresas, aos desafios emergentes vindos da concorrência, para se tornarem mais aptas e competitivas. Jain et al., 2014 aborda nove diferentes níveis evolutivos da Manutenção: Manutenção de avarias; Manutenção preventiva; Manutenção preditiva; Manutenção corretiva, Prevenção da manutenção; Manutenção centrada na fiabilidade; Manutenção produtiva; Sistemas informatizados de gestão de manutenção e Manutenção Total Produtiva (TPM). Por uma questão de relevância para o documento, não serão discutidos os Sistemas informatizados de gestão de manutenção.

A Manutenção de avarias refere-se aos primórdios da manutenção em que só se intervinha nos equipamentos aquando de uma avaria/paragem ou diminuição de rendimento. Este tipo de abordagem acarreta várias desvantagens, nomeadamente custos de reparação elevados, demasiadas paragens não planeadas, danos potencialmente mais graves e elevados tempos de espera e de operações de manutenção.

A Manutenção preventiva, como o próprio nome indica, é uma abordagem de manutenção que tem como objetivo prevenir a ocorrência de avarias e aumentar o tempo de vida útil do equipamento. Esta abordagem relaciona-se com a execução de tarefas como a lubrificação dos equipamentos, substituição regular adequada de componentes, limpeza entre outras tarefas de ajuste.

Quanto à Manutenção preditiva esta baseia-se numa abordagem de predição em relação à ocorrência de paragens e/ou avarias. Segundo Byington et al. 2002, a Manutenção preditiva utiliza dados de desempenho e estado, que são recolhidos da máquina com o objetivo de informar quando se deve efetuar a manutenção. De acordo com David et al. 1998, o conceito de manutenção preditiva pode dividir-se em duas diferentes subcategorias: *Statistical predictive maintenance* e *Condition-based predictive maintenance*. A primeira baseia-se na recolha de todas as paragens e avarias que determinada máquina ou equipamento. Esta monitorização permite que se obtenha informação relevante que vai facilitar o desenvolvimento de modelos estatísticos,

para prevenir as possíveis futuras falhas e permitir que se apliquem medidas preventivas que possam evitar as potenciais avarias. Já no caso do *Condition-based predictive maintenance*, o conceito está relacionado com o facto de o desgaste ser responsável por diversas avarias mecânicas. O desgaste não irá provocar danos imediatos ou falhas, mas tendo em conta a sua deterioração gradual, torna-se possível estudar e analisar estes dados, de modo a conseguir chegar a algumas previsões e antecipar a atuação da manutenção.

Avançado para o tópico seguinte, temos a Manutenção corretiva, que pode ser nominalmente e conceitualmente confundida com a Manutenção de avarias. Como o próprio nome indica, esta abordagem corrige anomalias que possam existir nas máquinas ou equipamentos, mas de uma forma mais proativa ao invés de reativa. Esta manutenção surge de inspeções feitas aos equipamentos que, ao identificar anomalias, atua de forma a resolvê-las, através de ajustes nas máquinas ou com substituição de peças e/ou componentes. Com esta definição poder-se-á fazer também uma ligação entre a Manutenção corretiva e a Manutenção preventiva. Estas, segundo Wongmongkolrit, 2008, distanciam-se uma da outra pela amplitude de “intervenientes” que abrange. Enquanto a Manutenção preventiva abrange apenas trabalhadores e ferramentas, a Manutenção corretiva já abarca, para além destes dois, também as peças e/ou componentes.

Após este, temos a Prevenção da manutenção que consiste numa forma ainda mais precoce de evitar a avaria. Nesta situação temos uma perspectiva de, em última instância, evitar a paragem ou avaria, mas através de uma forma de atuação mais a montante da causa do problema, isto é, esta abordagem começa por intervir logo no desenvolvimento do equipamento, de forma a torná-lo o mais capaz possível a fim de evitar a necessidade de manutenções. Isto atinge-se através da aprendizagem de falhas anteriores em equipamentos, de defeitos de fabrico da máquina, da auscultação das áreas de produção, clientes, etc. de modo a tentar desenvolver um equipamento que garanta um modo de operação mais simples (Jain et al., 2014).

Outro nível de manutenção é a Manutenção centrada na fiabilidade (comumente designado por RCM – *Reliability Centered Maintenance*). Este é um processo sistemático que procura determinar as necessidades ao nível de manutenção preventiva para um determinado equipamento e melhorar o seu processo de manutenção. O RCM fornece uma abordagem prática e estruturada para conseguir alcançar um nível satisfatório para a estratégia de manutenção de cada elemento de um determinado sistema. No processo de escolha de uma estratégia são tidos em conta requisitos de segurança, custos de perda de produção e custos de manutenção (Fang et al., 2019).

Depois disto temos a Manutenção Produtiva que tem como foco o aumento da produtividade do equipamento. Este objetivo é trabalhado ao longo de todo o ciclo de vida do equipamento, tentando que se reduzam os custos do equipamento desde o design até à manutenção, passando pela fabricação e operação. Esta filosofia assenta em três pilares que são a fiabilidade do equipamento, a sua capacidade de manutenção e um critério consciente de custo das atividades de manutenção. Sendo esta uma filosofia abrangente e com objetivos mais alargados, pode-se estabelecer uma relação entre a Manutenção produtiva com a Manutenção corretiva, preventiva e Prevenção da manutenção (Jain et al., 2014).



O penúltimo nível refere-se aos Sistemas computadorizados de gestão da manutenção, também conhecidos como CMMSs (*Computerized maintenance management systems*). Estes são usados para gerir uma vasta gama de dados e informação, como a equipa de trabalho, os componentes e ferramentas, a calendarização das manutenções, o historial dos equipamentos, etc. É uma ferramenta que fornece fortes capacidades analíticas e de comunicação de informação e, portanto, como refere Labib, 1998, um CMMS não é encarado como um objetivo em si, mas como uma plataforma de auxílio à tomada de decisão.

Por fim, temos o último estágio de maturidade das abordagens de manutenção e no qual se insere o tema deste estudo, a Manutenção produtiva total, ou mais normalmente designada de TPM (*Total Productive Maintenance*). Retomando a definição já anteriormente mencionada, esta é uma filosofia de otimização da manutenção, com o objetivo de a tornar o mais eficaz possível, eliminando as possíveis paragens e avarias do equipamento.

Como é referido em Miyake, 2010, "a manutenção afetou diretamente a eficiência e eficácia na organização da produção", pelo que a importância do TPM pode ser crucial, especialmente em parâmetros como a produtividade ou a eficiência global da empresa. Esta ferramenta pode ajudar a melhorar aspetos como o desempenho, operações, ou o processo de fabrico.

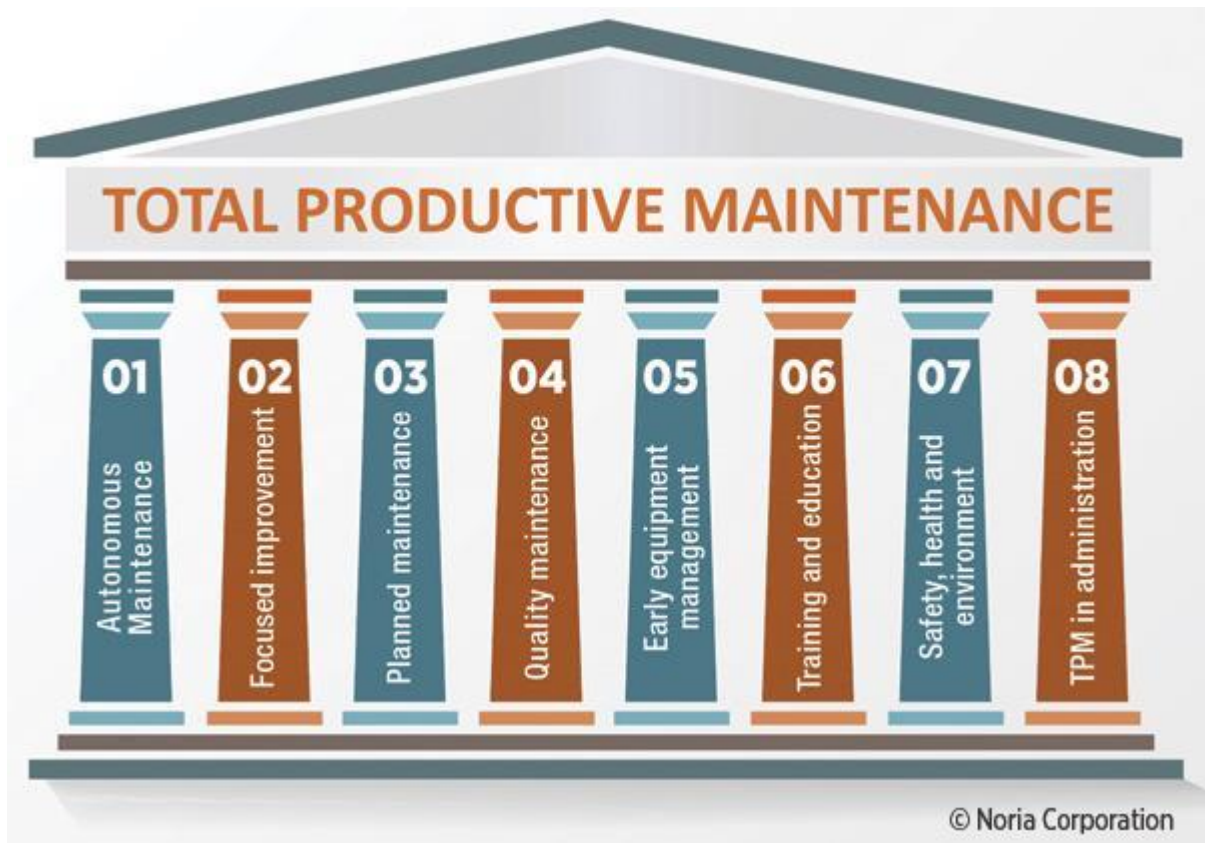
O pensamento por detrás desta ferramenta, tal como o da sua filosofia mãe, Lean, baseia-se numa perspetiva de cooperação e participação de todos os envolvidos nos processos de fabrico e gestão. Para além disso, o TPM é conhecido como a abordagem de "envolvimento de altos funcionários". Desperta uma mentalidade mais criativa e motivada nos empregados. A sua implementação, tradicionalmente, começa no topo, e para que a sua execução tenha o resultado desejado, o empenho dos envolvidos tem de ser elevado (Velmurugan et al., 2015; Habidin et al., 2018; Sahoo, 2018).

Tal como a filosofia Lean no seu todo, também o TPM é uma ferramenta muito versátil e extensível a outras áreas que não apenas a da indústria. Sukma, 2022, comprova isto mesmo, através da proposta apresentada para aumentar o valor do OEE de um equipamento hospitalar. Face ao baixo valor com que se deparava, foi testada a implementação do TPM neste contexto, tendo-se obtido, após a melhoria, um aumento de cerca de 10 pontos percentuais no valor do OEE. Outro exemplo é o apresentado por Bertolini, 2006, em que, com o objetivo de identificar os problemas e falhas mais relevantes numa empresa do ramo alimentar, foi implementado um sistema de gestão de manutenção baseado no *Total Productive Maintenance*.

Normalmente, para uma implementação bem-sucedida de um projeto TPM, requerem-se mudanças culturais significativas no seio da organização (Lawrence, 1999). Apesar da, por vezes, difícil adaptação, a introdução do TPM irá ajudar a que se faça essa mudança cultural, de modo a providenciar à organização as melhores condições possíveis para conseguirem sobreviver num ambiente competitivo (Eti et al., 2004). Os operadores, neste caso específico de estudo, desempenharão um papel fundamental na concretização dos objetivos, uma vez que a metodologia a ser posta em prática será a Manutenção Autónoma, um pilar do TPM que implica a intervenção direta dos operadores do chão de fábrica. Abordar-se-ão agora este e os restantes 7 pilares que sustentam esta filosofia e na base da qual o TPM deve ser implementado.

### 2.1.1 Os 8 Pilares do TPM

As práticas base e que apoiam a implementação e desenvolvimento do TPM foram definidas nos oito pilares de sustentação do “edifício” da Manutenção Produtiva Total (Figura 10) (E Y T Adesta et al., 2018; Nakajima, 1988). Estes pilares sustentam os ideais, de maximização da eficácia e eficiência produtiva, desta ferramenta.



Na maioria das vezes, os resultados da implementação do TPM são medidos e avaliados utilizando apenas dois/três indicadores, o que pode resultar numa avaliação superficial e sem grande rigor. A métrica mais vezes utilizada é o Overall Equipment Effectiveness, sendo acompanhada algumas vezes de uma análise às *Six Big Losses*, tópicos que serão abordados mais à frente. Posto isto, uma evolução importante e que é apresentada em Supriatna et al., 2017, por exemplo, em que, para além das duas ferramentas tradicionais de avaliação, se opta também por uma análise a um dos pilares do TPM, a Manutenção Autónoma. Esta análise pode ser importante para extrair conclusões e entender o impacto que cada pilar pode ter na performance da organização e, em sentido lato, no sucesso de implementação do TPM.

Passando agora à definição dos pilares, começar-se-á por abordar o pilar da Melhoria Específica (*Focused Improvement*). A definição deste pilar está intimamente ligada à melhoria contínua. Este pilar engloba tópicos como o OEE, SMED, ciclo PDCA ou os diferentes tipos de desperdício. Providencia melhorias dos processos de manutenção, reduzindo atividades

desnecessárias, ou mitigando-as, através da aplicação de ferramentas Lean ou similares. Existe muitas vezes o debate sobre se este deve ser considerado um pilar do TPM, dado que se trata de uma abordagem transversal a todas as atividades e, portanto, deva ser encarado, não como um pilar, mas como parte da sustentação da casa TPM.

A Manutenção Planeada é outro dos pilares do TPM. Assenta numa lógica de manutenção preventiva e consiste na criação de um plano de manutenções que deve ser seguido, para garantir um bom estado de conservação regular. O planeamento pode e deve ser feito baseando-se no histórico de desempenho do equipamento. Naturalmente que se se trata de uma máquina que tem avarias com uma frequência baixa, o seu intervalo de tempo entre manutenções deve ser mais alto comparativamente com um equipamento que tenha avarias mais recorrentes.

A Manutenção da Qualidade tem como objetivo final a eliminação dos defeitos de qualidade presentes nos produtos. O objetivo passa por prevenir que se produzam defeitos e não que se crie um rigoroso sistema de inspeção para detetar possíveis defeitos existentes. A sua implementação pode ser dividida em duas fases. A primeira passa por eliminar problemas de qualidade, através da análise dos defeitos, de modo a poder definir as melhores condições possíveis para prevenir a ocorrência de defeitos. A segunda está ligada à manutenção das condições, definindo standards para parâmetros e procedimentos que permitam atingir o nível de zero defeitos de qualidade.

Ainda mais eficiente do que ter uma boa manutenção planeada e preventiva é ter equipamentos fiáveis e que necessitem o menos possível de intervenção. É nisso que trabalha o pilar da Gestão Antecipada de Equipamentos, promovendo a relação com o equipamento desde o seu desenvolvimento. A utilização de dados históricos e de lições aprendidas no passado constituem um excelente *input* de informação para o desenvolvimento do equipamento, dotando-o de características mais robustas e garantindo-lhe uma maior fiabilidade. Este pilar traz inúmeras vantagens para o desempenho do equipamento e custos a ele associados, permitindo-o atingir o seu potencial máximo reduzindo encargos com manutenções, resolução de avarias e perdas com reduções de produtividade, entre outras consequências positivas.

Preencher possíveis lacunas de formação e *skills* em todos os trabalhadores é essencial para uma boa fluência de processos e para um rendimento mais eficiente. O pilar da Formação e Treino desempenha um papel importante na casa TPM através das capacidades que providencia a todos os colaboradores, dando-lhes as melhores condições possíveis para que enfrentem os desafios do dia-a-dia com os conhecimentos necessários para superarem as exigências impostas.

O pilar da Saúde, Segurança e Ambiente é fulcral para o sucesso de todos os outros. Ter um bom ambiente de trabalho, livre de possíveis acidentes e de convivência saudável desempenha um importante papel na saúde e motivação dos colaboradores, proporcionando melhores resultados.

O penúltimo pilar, TPM na Administração, tenta dar alguma robustez e consolidar a implementação do modelo no seio da organização. Esta extensão do TPM até ao escritório tem vários objetivos, nomeadamente o reforço da importância da liderança pelo exemplo, passando aos operadores a mensagem de que os ideias também são implementados em níveis hierárquicos

superiores; a importância de ter a filosofia aplicada a várias áreas para que se torne regra e “contagie” o maior número de pessoas possível; é também importante para estas equipas perceberem a importância da filosofia e os benefícios que esta pode trazer para todos os envolvidos.

Por fim, o último pilar e aquele em que se baseia este estudo, a Manutenção Autónoma. Assenta na filosofia de promover a participação ativa dos operadores na manutenção das “suas” máquinas, trazendo-lhes maior sentimento de pertença ao processo e à máquina e trabalha no sentido de dotar os equipamentos de condições adequadas para o seu normal funcionamento. Este tema será abordado com maior profundidade no tópico seguinte.

## 2.1.2 Métricas de Avaliação

### 2.1.2.1 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pode ser explicado como o rácio entre o *output* real do equipamento pelo máximo *output* do equipamento, nas suas condições de funcionamento ideais (Osama, 2010). É um indicador bastante importante e confiável no que toca às informações que pode fornecer sobre a performance dos equipamentos.

O valor do OEE calcula-se com base em 3 dimensões: Disponibilidade, Qualidade e Performance. A primeira refere-se à percentagem de tempo em que a máquina esteve apta a produzir em comparação com o tempo planeado de produção. Planeado, isto é, se existirem paragens planeadas para o equipamento, como manutenções, elas não irão afetar a percentagem de disponibilidade. Por exemplo, uma máquina que tenha um tempo de funcionamento habitual de 8 horas por dia, mas que tenha uma manutenção planeada de 1 hora, a disponibilidade será calculada com base nas 7 horas de trabalho planeadas e não nas 8. A fórmula da disponibilidade é, portanto, a seguinte:

$$\text{Disponibilidade} = \text{tempo de operação} / \text{tempo de operação planeado}$$

Um equipamento que tenha um tempo de operação normal de 8 horas, que tenha tido uma paragem planeada de 1 hora e que tenha tido uma paragem não planeada, devido a falta de material, de 2 horas, terá tido uma disponibilidade de  $5h / 7h \approx 71\%$ .

A seguinte dimensão, a Qualidade, representa a percentagem de peças boas produzidas. Isto é, é o número de peças boas sobre o total de peças produzidas.

$$\text{Qualidade} = \text{n}^\circ \text{ de unidades conformes} / \text{total de unidades produzidas}$$

Um processo que tenha tido uma produção de 12 unidades defeituosas de entre um total de 400 produzidas, teve uma percentagem de Qualidade de  $(400 - 12) / 400 = 97\%$

Por fim, há a Performance que dá informação sobre a velocidade de produção do processo. Este é a dimensão do OEE que pode causar maiores erros de análise, visto que a velocidade é calculada em função do tempo teórico de produção de uma peça. Neste campo, é essencial que haja rigor na medição dos tempos de operação para que os resultados não levem a

uma conclusão de sub ou sobre rendimento da máquina em questão. Assim, a fórmula de cálculo é a seguinte:

$$\text{Performance} = \text{n}^\circ \text{ de unidades produzidas} / \text{n}^\circ \text{ de unidades esperadas}$$

Pegando no exemplo anterior, da produção de 400 unidades, se o equipamento produzisse 60 peças por hora, com base no seu tempo de ciclo teórico, então nas 8 horas de trabalho teria de ter produzido 480 peças, resultando, portanto, numa percentagem de performance de  $400 / 480 \approx 83\%$

Esta é uma ferramenta bastante poderosa e, talvez, a métrica mais importante para avaliar o desempenho dos equipamentos e o grau de implementação do TPM, uma vez que pode fornecer informações importantes sobre cada uma das dimensões, mas também dá conta do estado geral do processo e do equipamento (Mobley, 2002).

#### 2.1.2.2 *Six Big Losses*

Em todos os processos e respetivas máquinas envolvidas há, obviamente, desperdícios associados. Nakajima, 1988 definiu 6 grandes perdas que podem ocorrer durante a produção e que podem ser usadas como métrica de avaliação aquando da implementação da ferramenta TPM. Permite fazer um ponto de situação em relação ao rendimento e aproveitamento que se está a fazer da máquina e do respetivo processo. Assim, os seis tipos de desperdícios definidos são os seguintes:

Paragens não planeadas: este desperdício refere-se a paragens do equipamento quando o planeamento que havia era de produção. Por determinado motivo, o equipamento não está a operar, seja por avaria, por problemas com as ferramentas, por falta de material ou pessoas, etc.

Paragens planeadas: apesar de planeadas, estas paragens constituem também elas um desperdício, tendo em conta que era tempo que poderia estar a ser utilizado para produzir, portanto são atividades de não valor acrescentado. Exemplos destas paragens são mudanças de ferramenta ou de processo para outro produto, manutenções planeadas, atividades de manutenção autónoma, inspeções da qualidade, etc.

Pequenas paragens: estas paragens são paragens curtas de 1/2 minutos, cuja resolução é feita pelo colaborador. Isto, normalmente, acontece com problemas das máquinas que são crónicos, sendo considerados problemas do dia-a-dia e que o operador foi desenvolvendo a capacidade de resolver.

Ciclos lentos: este ponto refere-se a tempos de ciclo abaixo do tempo de ciclo teórico, estando, portanto, o equipamento em sub-rendimento. Isto pode acontecer em diversos contextos, como componentes do equipamento com sujidade, máquinas mal oleadas, falta de operadores ou inexperiência por parte destes, etc.

Defeitos de produção: são defeitos que são detetados durante um processo produtivo normal que se podem dever a erros de manuseamento, equipamentos mal programados, etc.

Defeitos de arranque: este tópico difere do anterior no facto de os defeitos aqui produzidos serem anteriores à fase estável de produção do equipamento. Este tipo de perda

costuma ocorrer com mais frequências em situações de troca de ferramenta ou de tipo de produto a ser produzido, devendo-se, por exemplo, a problemas de afinações dos equipamentos.

## 2.2 Manutenção Autónoma

As ações de manutenção de eventos preventivos, preditivos ou de avarias ligeiras de uma instalação ou máquina, que são tratadas diretamente pelo operador de produção, são referidas como Manutenção Autónoma (MA). Estas tarefas são executadas com diferentes objetivos em perspetiva. Permitem desenvolver o conhecimento dos operadores sobre o equipamento. As atividades de limpeza e inspeção permitem ao operador aprofundar os conhecimentos que tem sobre a “sua” máquina e respetivos processos. Estas atividades desenvolvem também operadores mais autónomos, fomentando o espírito crítico e analítico sobre os problemas e eventuais oportunidades de melhoria do equipamento. O desenvolvimento desta visão é essencial para alcançar uma Manutenção Autónoma com forte potencial de melhoria para os processos e para o desempenho dos equipamentos. Operadores com um espírito crítico e analítico apurado podem trazer grandes vantagens e oportunidades de melhoria para os equipamentos, ao detetar, investigar e analisar determinados comportamentos anormais dos equipamentos. Com colaboradores com conhecimento desenvolvido, as inspeções são feitas com um sentido apurado, capaz de detetar a mais pequena alteração que ocorra nas instalações sob o seu controlo (Kulkarni et al., 2013).

A literatura existente revela usos desta ferramenta em variados contextos e com diferentes objetivos, revelando-se, por isso, uma ferramenta polivalente. Bali et al., 2022 aumenta os valores de OEE em 14-15%, através da implementação da Manutenção Autónoma, numa indústria de manufatura. McKone, 2000 faz uma análise financeira e de tomada de decisão em relação às vantagens que a manutenção autónoma pode trazer para a empresa e para o processo de tomada de decisão. Tentam obter respostas para a influência que a manutenção autónoma pode ter nos níveis de inventário e de que forma é que as restrições de capacidade, a resposta da manutenção, as características do produto e do equipamento podem influenciar a decisão de investimento na manutenção autónoma. O artigo fornece linhas orientadoras sobre quanto tempo deve ser investido em atividades de manutenção autónoma e descreve as vantagens que daí podem advir. Narendiranath, 2016 tenta reduzir o tempo de paragem, numa linha de montagem e num posto de soldadura, através da aplicação da manutenção autónoma. Jasiulewicz-Kaczmarek, 2014 faz uma ligação entre o pilar da Segurança, Saúde e Ambiente com o da Manutenção Autónoma e de que forma é que este pode contribuir para a evolução e melhoria do primeiro.

Ab-Samat et al., 2012 representa esquematicamente o processo de execução de atividades de manutenção autónoma que implementou no seu projeto numa indústria de semi-condutores, como é possível observar na Figura 9, em baixo. Ainda que desenhado especialmente para o seu projeto, a verdade é que a lógica base de funcionamento é semelhante às outras realidades onde ele é implementado. É elaborada um plano de manutenção autónoma com as tarefas a executar; esse plano pode ser dividido entre os vários operadores do posto, quando

aplicável; durante a execução da inspeção, se tudo for considerado como conforme e de acordo o estado padrão então a verificação é dada como concluída; caso seja detetada alguma anomalia ou inconformidade, o problema deve ser reportado e, se possível, resolvido na hora por parte do operador.

Esta é uma ferramenta que depende diretamente da intervenção que o operador possa, ou não, ter. Requer grande comprometimento e um espírito sempre crítico para poder trazer ao de cima as eventuais falhas e anomalias do equipamento ou espaço envolvente. Sem esta participação proativa, o sucesso e a estabilidade do projeto pode ser colocado em causa, tendo, portanto, os superiores hierárquicos um papel preponderante para poderem trazer ao de cima essa motivação dos operadores de cooperarem para o bom estado de conservação dos seus equipamentos.

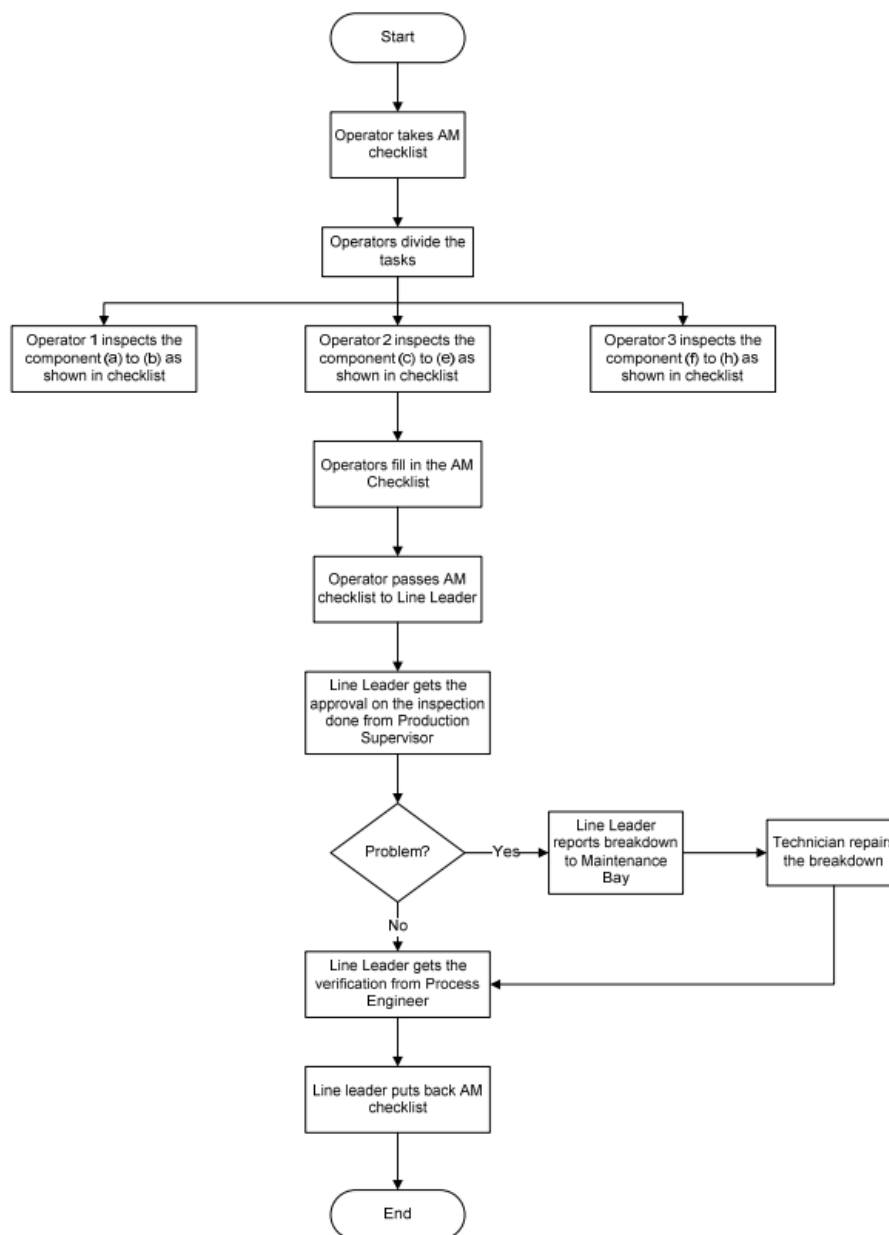


Figura 9: Processo de execução da Manutenção Autónoma

### 3. Projeto prático

#### 3.1 Implementação

##### 3.1.1 Plano de Manutenção Autónoma

Como já explicado anteriormente, o objetivo do projeto passa, em última instância, por reduzir os tempos de paragem não planeados dos equipamentos, quer seja por avarias, quer seja por reposições de condições básicas do equipamento, como níveis de óleo ou água, substituições de componentes, etc. Para o fazer, procedeu-se então à implementação da Manutenção Autónoma na empresa, que se encontrava, até ao momento sem qualquer aplicação na empresa, excetuando 2 ou 3 casos específicos de tarefas isoladas já realizadas, mas sem um plano para todo o equipamento ou uma unidade de máquinas.

Seguindo o processo já abordado na metodologia, começou-se por fazer o levantamento de todos os equipamentos da área VSH, resultando num ficheiro, dividido pelas áreas LPQ (Laser, Paneladoras, Quinadoras), PSR (Pintura, Serigrafia, Reparações) e Montagens e Pré-montagem. Na Figura 11, é possível verificar um exemplo de duas tabelas retiradas desse ficheiro onde se procedeu à recolha da marca, modelo, referência interna, tipo e potência do laser (quando aplicável), data de construção/aquisição, Pavilhão, uma foto, a sua localização no layout e as duas últimas colunas referentes à etapa seguinte do projeto. A coluna “Concordância com a folha de layout” trata-se apenas de um dado para efetuar uma posterior atualização no layout da empresa que se encontra documentado e que não está 100% correto.

Laser												
Máquina	Marca	Modelo	Referência	Concordância com a folha de layout?	Tipo de laser	Potência do laser	Data de construção/aquisição	Pavilhão	Imagem	Localização	Operadores Problemas recorrentes detetados	Tarefas de manutenção realizadas
Laser	Prima Power	Platino 1530	M1106	Não	CO <sub>2</sub>		2017	2	Foto	Layout	Desgaste rápido das lentes	Lista
Laser	Trumpf	Trulaser 3030	M1007	Sim	CO <sub>2</sub>	2700W	2007	2	Foto	Layout		Lista
Laser	Trumpf	Trulaser 3030	M1000	Sim	CO <sub>2</sub>	2700W	2007	2	Foto	Layout		Lista

Paneladoras											
Máquina	Marca	Modelo	Referência	Concordância com a folha de layout?	Data de construção/aquisição	Pavilhão	Imagem	Localização	Operadores Problemas recorrentes detetados	Tarefas de manutenção realizadas	
Paneladora	Prima Power	Express Bender (Ebe)	M1058	Não			Foto	Layout		Lista	
Paneladora	Prima Power	Express Bender (Ebe)	M1093	Sim		1	Foto	Layout	Desgaste rápido das ferramentas	Lista	
Soldadora			M1094	Sim		1	Foto	Layout			
Prensa hidráulica	Adira	PHC-160 GA	M125	Sim	1982	1	Foto	Layout			

Figura 10: Tabelas das características dos equipamentos existentes

A segunda etapa foi fazer uma recolha, em contacto com os líderes de equipa e os operadores, das tarefas que fossem já executadas pelos mesmos e das avarias recorrentes que as máquinas teriam. Essa informação recolhida é a que consta das últimas duas colunas da tabela da Figura 11. Esta etapa de recolha despertou alguma satisfação por parte dos trabalhadores, por sentirem que alguns dos problemas recorrentes com que se deparam no seu dia-a-dia podiam ter



algum tipo de solução, ou que pelo menos estava a tentar ser feito algo para resolver esses problemas.

O ponto anterior retrata um dos principais focos da aplicação da ferramenta TPM, mas, principalmente, do pilar da Manutenção Autónoma – a envolvimento dos trabalhadores. Não são raras as vezes que ouvimos que a envolvimento dos operadores, na ligação com o Lean, é fulcral, mas esta questão ganha ainda mais importância nesta ferramenta específica, visto que se trata de um plano concebido especificamente para os operadores, visto serem eles que levarão a cabo a execução das tarefas. A sua envolvimento fá-los sentir que fizeram parte do processo e ajuda-os a perceber que as tarefas que estão a desempenhar são também fruto do seu trabalho.

Depois de reunida esta informação, foi encetada a conversação com a equipa de manutenção, confrontando-a com estas informações, percebendo se o que já era feito era correto e feito com a periodicidade devida e depois perceber as tarefas adicionais que se poderiam realizar. A equipa de manutenção possui fichas de manutenções preventivas (Figura 12) que devem executar em cada máquina, tendo sido usada essa documentação para ver quais as tarefas que podiam passar para os operadores, para poderem ser executadas com uma periodicidade mais regular.

No local da máquina piloto (M1093), com a presença do responsável da equipa de manutenção, analisou-se ponto a ponto cada uma das tarefas que constavam da documentação da Manutenção. Percebeu-se onde se efetuava cada operação e analisaram-se quais as tarefas a passar para a responsabilidade da Produção. Pontos como o 1, o 6, o 12 ou o 13 (Figura 12) trata-se de verificações e limpezas sem necessidade de qualquer especialidade técnica, podendo ser perfeitamente realizadas pelos operadores, libertando a equipa de manutenção para operações mais técnicas e complexas, que só eles poderão realizar.


		<b>Ficha de Inspeção Preventiva</b>		<b>M1093</b>	
				PrimaPower	
Equipamento:		Apaineladora			
Características do equipamento:					
Modelo:		EBE4			
Nº Série:		PP03506.2.33/2016			
Operação					
				OK	NOK
1	Verificar nível de óleo hidráulico e fugas de óleo (hyspin 46)				
2	Colocar massa de lubrificação no depósito até ao nível indicado pag. 5-2				
3	Controlar dispositivos de passagem de lubrificação - pag. 5-3				
4	Limpar e lubrificar no manipulador rotator e fuso do Manp e limpar massa excessiva				
5	Limpar e lubrificar todos os eixos da máquina. (pag. 7-4, 7-5, 7-6, 9-9)				
6	Verificar e limpar sistema de posicionadores. (mover manualmente após operação)				
7	Limpar ferramentas da máquina (apenas se indicado nas acções a realizar)				
8	Verificar sistema TCS esquerdo e direito (pag. 8-3)				
9	Limpeza geral dos componentes da máquina (excesso de massa)				
10	Verificar sistema de vácuo (pag. 9-1)				
11	Controlar nível de óleo da bomba de vácuo (substituir se indicado)				
12	Verificar e limpar sistema de ventosas do sistema de carga				
13	Verificar e limpar sensores da mesa de saída de peças				
14	Apontar número de horas do equipamento				
15	Verificar estado geral do quadro eléctrico				
Observações:					
NOTA: afinação do oleador da bomba de lubrificação - Contagem até 8 uma gota					
Óleo - Hyspin AWS 100					

Figura 11: Ficha de Inspeção Preventiva da equipa de manutenção

Com todos estes dados, procedeu-se à elaboração do plano de Manutenção Autónoma para a unidade de máquinas piloto, composta pela máquina principal, a paneladora M1093, uma prensa hidráulica, M125 e uma máquina de soldar, M0194. A folha da MA (Figura 13) está dividida nas seguintes áreas:

1. uma área destinada às tarefas a executar, onde consta a descrição do que é suposto executar;
2. uma coluna com o material necessário para levar a cabo execução da tarefa, que, no caso das verificações, não é aplicável;
3. quatro colunas com a periodicidade com que deve ser feito (por turno, diário, semanal ou mensal). Nestas colunas é imputado o responsável a executar a tarefa (Operador 1, 2, 3 ou 4, cuja divisão será explicada mais à frente);
4. Na coluna seguinte encontra-se uma estimativa da duração de cada tarefa, útil para a definição de alguns pormenores do projeto, que serão referenciados abaixo;
5. a última coluna diz respeito ao tipo de tarefa de que se trata, se é de limpeza, verificação, operação ou lubrificação, esta última não utilizada nesta unidade em específico. Cada um destes tipos tem um ícone associado, para facilitar a compreensão visual (Figura 14).
6. do lado direito da folha, encontram-se imagens ilustrativas de cada uma das tarefas (tarefas como limpezas gerais não têm foto associada), tendo no canto superior esquerdo o número da tarefa, acompanhado do código de cores para cada frequência de execução (verde – turno; vermelho – diário; azul – semanal; amarelo – mensal).

TEKA		Instrução de Manutenção Autónoma										ÁREA			
		Data	Linha	Posto	Objetivo				Elaborado por		Nº	Versão	Paneladoras		
		13/04/2022	-	M1093	Executar uma manutenção preventiva regular do equipamento				Miguel Sebastião		XXX	XXX			
Máquina	Tarefas	Material necessário	Turno	Diário	Semanal	Mensal	Duração	Ícone	Imagens						
M1093	1. Verificar estado de conservação geral da máquina (peças danificadas, componentes fora do sítio, anormalidades...)*	-		X			-	👁️	1	2	3	4	5		
	2. Verificar fugas de ar (ruidos de fugas)*	-	X				-	👁️	6	7	8	9	10		
	3. Verificar estado das correias	-				OP4	00:10	👁️	11	12	13	14	15		
	4. Verificar pressão no regulador de ar comprimido (deve encontrar-se na zona verde do manómetro)	Lanterna	OP3				00:10	👁️	16	17	18	19	20		
	5. Verificar portas de segurança	-				OP4	01:00	👁️	21	22	23	24	25		
	6. Limpar plano de trabalho e rotador	Pistola de ar	OP3				03:00	🧽	26	27	28	29	30		
	7. Limpar ferramentas	Pano macio e álcool	OP2				10:00	🧽	31	32	33	34	35		
	8. Verificar estado das ventosas	-				OP4	00:30	👁️	36	37	38	39	40		
	9. Limpar as ventosas por dentro	Pano e álcool				OP4	01:30	🧽	41	42	43	44	45		
	10. Verificar nível do óleo e possíveis fugas gerais - O nível deve estar próximo da linha azul que indica a quantidade máxima	-	OP3				00:10	👁️	46	47	48	49	50		
	11. Verificar estado e limpar os sensores (6)	Pano seco macio				OP4	00:40	🧽	51	52	53	54	55		
	12. Organizar e limpar bancada de trabalho	Pano e detergente líquido	OP4				01:30	🧽	56	57	58	59	60		
	13. Limpeza profunda geral da máquina*	Pano e detergente líquido				OP4	1h	🧽	61	62	63	64	65		
M1094	15. Verificar nível de água de refrigeração	-				OP4	00:10	👁️	66	67	68	69	70		
	16. Verificar apertos de viseira de proteção	-				OP4	00:10	👁️	71	72	73	74	75		
	17. Verificar estado das foto-óculas e sensores (Se acender a luz verde, está ok)	-				OP4	00:10	👁️	76	77	78	79	80		
	18. Verificar estado do quadro de comando	-				OP4	00:10	👁️	81	82	83	84	85		
M125	19. Verificar estado das botoneiras e botão de emergência	-				OP2	00:30	👁️	86	87	88	89	90		
	20. Verificar bom funcionamento dos manipuladores de aperto	-				OP2	00:10	👁️	91	92	93	94	95		
	21. Verificar estado dos manómetros das garrafas	-				OP2	00:10	👁️	96	97	98	99	100		
22. Limpeza profunda geral da máquina*	Pano e det. líquido				OP2	08:00	🧽	101	102	103	104	105			
23. Verificar fugas de óleo e água (escorrimentos)*	-				OP3	00:10	👁️	106	107	108	109	110			
24. Verificar estado das botoneiras	-				OP3	00:15	👁️	111	112	113	114	115			
25. Limpeza profunda geral da máquina*	Pano e det. líquido				OP3	10:00	🧽	116	117	118	119	120			
*sem foto															

Figura 12: Plano de Manutenção Autónoma





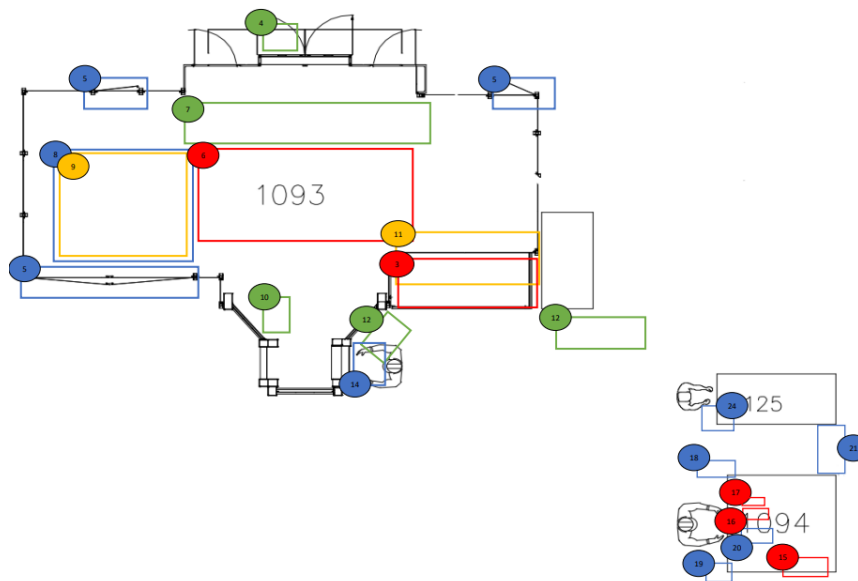
	Limpeza
	Verificação
	Operação
	Lubrificação

Figura 13: Ícones de tipo de tarefa

No verso desta folha, está representado o layout da máquina ou da unidade dessa máquina, que é o caso. Cada tarefa, com a respetiva numeração e com uma caixa identificativa com a cor da periodicidade de execução, está colocada no local do layout correspondente, conforme se pode ver na Figura 15. Isto facilita o trabalho dos operários aquando da execução da Manutenção Autónoma, auxiliando-os, numa fase inicial, a identificar mais facilmente o local da tarefa.



Página 1 de 1

Figura 14: Layout do equipamento

A imputação da responsabilidade de execução das tarefas seguiu uma divisão, o mais igualitária possível, pelos 4 trabalhadores daquela unidade de equipamentos. Sendo a unidade constituída pela paneladora, a prensa hidráulica e a soldadora, os 4 colaboradores, em condições normais, distribuem-se por estas 3 máquinas. No seu funcionamento normal, está presente um operário na paneladora, outro na prensa, outro no rebite ou solda, conforme o tipo de produto que esteja a ser produzido e o último encontra-se no polimento. Os tempos estimados de duração foram úteis nesta etapa de atribuição de tarefas para que todos os trabalhadores tivessem uma

carga de trabalho relativamente semelhante entre eles. Tendo a oportunidade de, na mesma unidade, ter vários operadores, torna-se possível a execução de tarefas em paralelo, fazendo com que não seja necessária uma paragem correspondente à soma de todos os tempos de todas as tarefas. Assim, nas tarefas de turno e diárias, enquanto dois operadores realizam a tarefa mais longa do plano, a limpeza das ferramentas, os restantes ficam encarregues de realizar as outras tarefas, otimizando o tempo de paragem.

As estimativas de tempo realizadas ditaram uma paragem mensal necessária de, sensivelmente, hora e meia. A tarefa mais demorada, neste caso, está também relacionada com a limpeza das ferramentas da paneladora. Por ser uma tarefa de duração bastante variável, esta não se executa no final do turno por correr o risco de não haver tempo suficiente para a terminar ou por poder sobrar tempo que não justifique a retoma da produção. Por isto, estas tarefas são realizadas no primeiro dia útil de cada mês e no início de cada turno.

Para suportar a execução do plano, foi concebida uma *checklist* (Figura 16) para servir de guia e de lembrete aos operadores para a necessidade de execução das tarefas. A *checklist* está dividida por semanas, tendo nelas a distribuição das tarefas de acordo com a sua frequência. As tarefas semanais e mensais estão, por defeito, definidas para serem realizadas no início da semana, à segunda-feira. Para o caso das primeiras tarefas do mês, foi definido o standard de, caso o mês não se iniciasse à segunda-feira, as tarefas deveriam ser adiadas para o primeiro dia útil do mesmo. Em dias em que a máquina se encontre parada, seja por que motivo for (falta de material, avaria, etc.), não existe a necessidade de fazer as devidas verificações. Na eventualidade da paragem coincidir com os dias de manutenção semanal ou mensal, estas devem ser executadas no primeiro dia em que o equipamento esteja operacional. Neste momento, a fábrica está a trabalhar a dois turnos, tendo apenas o terceiro turno em funcionamento em horas extraordinárias. Posto isto, foi feita uma alternância semanal para de responsabilidades entre o turno da manhã e da tarde, como se pode ver no canto superior de cada célula, com a letra M e T. Para as verificações mensais, a alternância é mensal, isto é, se no mês de maio o responsável pela sua execução é o turno da manhã, no de junho será o turno da tarde.

Depois de concluída toda a preparação necessária para o arranque do projeto, foi marcada a sessão de formação para cada uma das duas equipas responsáveis pela operação das máquinas. A formação constou de uma contextualização teórica sobre a ferramenta TPM, dando mais atenção e destaque ao seu pilar da Manutenção Autónoma. Expôs-se aquilo que era a Manutenção Autónoma, quais os seus fundamentos, as suas vantagens e objetivos. Decorrendo junto à unidade de equipamentos, a formação constou também de uma parte prática onde foi explicado o funcionamento do plano, o significado de cada uma das áreas da folha de MA, foi feita uma demonstração de execução de cada tarefa e foi explicada a dinâmica do Quadro TPM, que será mais aprofundado à frente, bem como o seu propósito e objetivos. Um dos pontos também abordado na formação, e talvez o mais importante, foi o propósito do projeto. Passar a correta mensagem sobre o porquê de se estar a fazer aquilo, tentar incutir nos operadores o desenvolvimento do espírito crítico, da capacidade analítica em relação à identificação dos problemas foi um dos principais focos da formação.

Depois de realizadas as formações aos dois turnos, estavam reunidas as condições para o início da implementação do projeto e procedeu-se à calendarização do mesmo. O arranque foi feito com um acompanhamento diário junto dos operadores, aquando da execução das tarefas de MA. Era importante auscultar os operadores, perceber as suas dificuldades, ajudá-los a criar a rotina de execução do plano e passar a mensagem de que se tratava de um projeto relevante para todos, colaboradores e empresa.

D	Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho											
	T	D	S	M	T	D	S	M	T	D	S	M	T	D	S	M	T	D	S	M	T	D	S	M	T	D	S	M				
2ª	M	T*	T*		T	M*	M*		M	T*	T*		T	M*	M*		M	T*	T*		T	M*	M*		M	T*	T*		T	M*	M*	
3ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
4ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
5ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
6ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
S	M				T				M				T				M				T				M				T			
2ª	T	M			M	T			T	M			M	T			T	M			M	T			T	M			M	T		
3ª	T				M				T				M				T				M				T				M			
4ª	T				M				T				M				T				M				T				M			
5ª	T				M				T				M				T				M				T				M			
6ª	T				M				T				M				T				M				T				M			
S	T				M				T				M				T				M				T				M			
2ª	M	T			T	M			M	T			T	M			M	T			T	M			M	T			T	M		
3ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
4ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
5ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
6ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
S	M				T				M				T				M				T				M				T			
2ª	T	M			T	M			M	T			T	M			M	T			T	M			M	T			T	M		
3ª	T				M				T				M				T				M				T				M			
4ª	T				M				T				M				T				M				T				M			
5ª	T				M				T				M				T				M				T				M			
6ª	T				M				T				M				T				M				T				M			
S	T				M				T				M				T				M				T				M			
2ª	M	T			T	M			M	T			T	M			M	T			T	M			M	T			T	M		
3ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
4ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
5ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
6ª	M				T				M				T				M				T				M				T			
S	M				T				M				T				M				T				M				T			

Frequência:   Turno   Diário   Semanal   Mensal

A primeira tarefa semanal e mensal do mês é feita no primeiro dia útil do mês

Figura 15: Checklist da Manutenção Autónoma

### 3.1.2 Quadro TPM

Para a preparação da execução do Quadro TPM já abordado, procedeu-se à consulta de bibliografia relacionada, à troca de ideias com o orientador do projeto e tiveram-se em conta as necessidades e condicionantes da realidade em questão. Depois desta informação recolhida e analisada, chegou-se a um esboço para a disposição do conteúdo que viria a estar presente no Quadro TPM. É possível observar esse delineamento na Figura 17, numa foto do quadro colocado junto à unidade piloto. Na Figura 18 está uma representação esquemática do mesmo quadro para facilitar a visualização e tornar mais claro cada um dos setores do quadro.

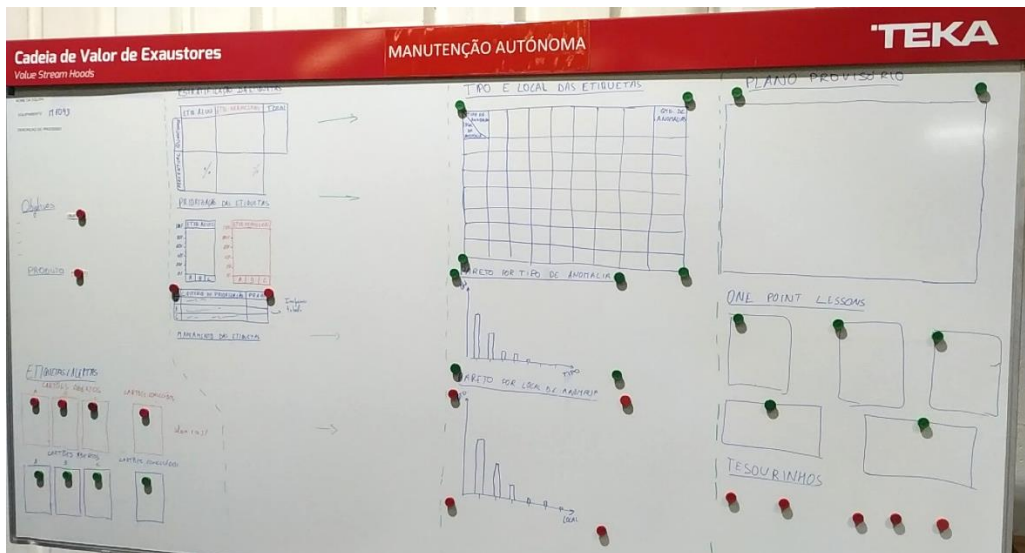


Figura 16: Quadro TPM

Nome da equipa:	Estratificação das etiquetas:	Tipo/Local das etiquetas:	Plano provisório:
Máquina:			
Processo de fabrico:	Priorização das etiquetas:		
Objetivos:	Cábula informativa de prioridades	<u>Pareto por tipo de anomalia:</u>	<u>One Point Lessons:</u>
Produto:	Mapeamento das etiquetas:	<u>Pareto por local de anomalia:</u>	
Etiquetas:			<u>Tesourinhos:</u>

Figura 17: Representação esquemática do Quadro TPM

Analisando mais ao pormenor o layout e conteúdo do quadro, podem encontrar-se, do lado esquerdo e em primeiro lugar, o nome da equipa. O nome da equipa foi decidido pelos próprios operadores para que se alimente o espírito de pertença ao projeto. O quadro será para ser usado por estes e é importante que o sintam como “propriedade” deles. Por baixo deste campo está a identificação da máquina em questão, seguida da descrição do processo de fabrico, processo esse também descrito pelos operários (Anexo 1). O objetivo deste campo é dar a conhecer a algum novo elemento, quer seja na equipa diretamente envolvida no manuseamento da máquina ou não, o processo e as etapas envolvidas no mesmo. A seguir encontram-se enunciados os objetivos do projeto (Anexo 2), que já foram sendo referenciados ao longo do trabalho, para que estejam claros para todos e sempre presentes na mente da equipa envolvida. Por baixo destas informações, está uma zona reservada para destacar o produto que é feito na máquina. Como nesta paneladora são produzidas várias peças diferentes, optou-se por colocar um esboço do principal produto (Anexo 3). Depois disto, está um espaço dedicado ao registo de anomalias identificadas nos equipamentos, por parte dos colaboradores, principalmente. Esta identificação é feita através do preenchimento de uma etiqueta de anomalia, cuja configuração é possível ver na Figura 19. Estas etiquetas foram também concebidas e criadas de raiz durante o estágio e servirão para, em caso de anomalia ou inconformidade, registar essa ocorrência para posterior análise e resolução.

As etiquetas são segmentadas em dois tipos, etiquetas para resolução por parte da Produção, as azuis, e as vermelhas, para resolução por parte da Manutenção. Para a Manutenção devem seguir as anomalias que não são possíveis solucionar por parte dos operadores do equipamento, como avarias ou substituições de componentes. As etiquetas serão a papel químico para que, aquando do preenchimento, seja possível ficar com um segundo exemplar, um para colocar no quadro e outro para colocar no equipamento, no local onde se situa a anormalidade.

O conteúdo da etiqueta (Figura 19) consta da descrição da anomalia, onde o colaborador deve descrever e detalhar qual a anomalia identificada; um campo para identificação da máquina em questão e do colaborador que reporta a situação, a data e hora do registo, a prioridade da ocorrência (a prioridade A, a mais alta, diz respeito a anomalias que “afetam a Segurança, Qualidade do Produto ou geram um risco de quebra iminente”, devendo ser concluídas no prazo de 7 dias; a prioridade B representa “problemas que afetam a produtividade ou o funcionamento do equipamento”, tendo prazo de resolução de 30 dias e, por último, a prioridade C que diz respeito a “defeitos estéticos e problemas que não afetam a produtividade ou o funcionamento do equipamento”, como cabos mal acondicionados, pequenos danos materiais na estrutura do equipamento, etc., com prazo de resolução de 90 dias. Esta informação está registada no quadro em forma de tabela, conforme se consta no (Anexo 4) e o tipo de anomalia de que se trata. Foram definidos sete tipos de anomalia como forma de categorização dos problemas identificados. Os sete tipos de anomalias, bem como a sua descrição, encontram-se na Figura 20, tabela essa que se encontra presente no quadro TPM, como auxílio informativo às pessoas que fazem uso do quadro. No caso das etiquetas da manutenção existe ainda um campo adicional onde o supervisor da área deverá colocar um visto aquando da realização do pedido de resolução à equipa da Manutenção. Existe também um número identificativo único para cada etiqueta para facilitar o seu rastreamento e a sua análise.

TEKA		REGISTO DE ANOMALIA	
		Produção	
Anomalia: _____			
_____			
_____			
Máquina: _____		Colaborador: _____	
Data: ____/____/____		Hora: _____	
Prioridade (A/B/C): _____			
Tipo de Anomalia:			
<input type="checkbox"/> FI	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> LDA	<input type="checkbox"/> FS <input type="checkbox"/> FPQ <input type="checkbox"/> OD <input type="checkbox"/> LI

TEKA		REGISTO DE ANOMALIA	
		Manutenção	
Anomalia: _____			
_____			
_____			
Máquina: _____		Colaborador: _____	
Data: ____/____/____		Hora: _____	
Prioridade (A/B/C): _____			
Tipo de Anomalia:			
<input type="checkbox"/> FI	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> LDA	<input type="checkbox"/> FS <input type="checkbox"/> FPQ <input type="checkbox"/> OD <input type="checkbox"/> LI

Figura 18: Etiquetas de registo de anomalia

Tipo de Anomalia	Descrição	Exemplos
<b>Falhas Ínfimas</b>	Pequenas anomalias que não afetam o funcionamento do equipamento.	Pintura danificada, riscada, ferrugem, pequenas amolgadelas e desgastes, problemas na aparência da máquina, acumulação de sujidade, etc.
<b>Condições Básicas</b>	Anomalias que afetam o funcionamento do equipamento ou divergem do projeto original.	Parafusos pouco apertados, roscas danificadas, cabeça de parafuso desgastada, instrumentos danificados, mangueiras excessivas, vedações danificadas, falta de identificação dos níveis, etc.
<b>Locais de Difícil Acesso</b>	Locais difíceis de inspecionar, limpar, regular, ajustar, reparar, aceder, operar, etc.	Posição dos locais de reabastecimento, válvulas em locais altos ou baixo demais, reservatórios escondidos, proteções fechadas, excesso de parafusos, tampas pesadas e grandes, mau posicionamento de instrumentos, etc.
<b>Fontes de Sujidade</b>	Escorrimentos, queda, transbordos originados pelo processo produtivo, ambiente ou máquina.	Produto, lubrificantes, óleo, água, condensação de trocadores de calor, tubulações de gases, vapor, tinta de impressoras, cola, resíduos de corte, poeira, etc.
<b>Fontes de Problemas de Qualidade</b>	Anomalias do equipamento que causam problemas de qualidade no produto.	Infiltração, sujidade, sensores não instalados adequadamente, instrumentos imprecisos, falta de inspeção, humidade, etc.
<b>Objetos Desnecessários ou não Urgentes</b>	Objetos desnecessários ao funcionamento do equipamento ou que raramente serão utilizados.	Componentes antigos que já foram substituídos, suportes, tubulações, mangueiras, fios, ferramentas, peças suplentes, peças de movimentação, arames, etc.
<b>Locais Inseguros</b>	Anomalias que podem causar um acidente ou prejudicam a saúde do operador.	Cantos vivos, falta de proteção, piso irregular/danificado/escorregadio, fios sem proteção ou isolamento, botão de emergência danificado ou muito distantes, má iluminação, temperatura, etc.

Figura 19: 7 Tipos de anomalia

O conteúdo do restante quadro acabará por ser o acompanhamento e mapeamento das etiquetas. Após a área de registo das mesmas, está, na segunda coluna da divisão do esquema da Figura 18, a Estratificação das etiquetas (Anexo 5). Aqui, será feito um registo da quantidade de etiquetas analisadas por cada tipo de segmento, Produção e Manutenção. É uma informação importante para percebermos se a principal fonte de anomalias do espaço é mais uma questão estrutural/mecânica dos equipamentos ou de disposição/organização de espaço e práticas erradas da Produção. Números muito discrepantes entre cada segmento também podem ajudar a sobressair falhas na forma como está a ser feita a análise e deteção. Após isto, encontra-se a



Priorização das etiquetas, onde, em dois gráficos (um para Produção e outro para Manutenção) de 3 colunas (Anexo 6), é feita uma representação gráfica do número de etiquetas por nível de prioridade (A, B ou C). Cada coluna representa um nível de prioridade e no eixo vertical estão as percentagens correspondentes. Esta informação é também relevante para detetar números anormais. Demasiados “A’s”, por exemplo, podem significar a ocorrência frequente de problemas graves, o que pode ser preocupante, mas, por outro lado, podem significar que não esteja a ser feita uma priorização correta das anomalias. Após a priorização, na zona inferior do quadro, aparece o mapeamento das etiquetas (Anexo 8), isto é, uma identificação do sítio do equipamento onde se encontra a anormalidade. Aqui é escrito o número identificativo do cartão no local do layout da unidade de equipamentos, com uma cor correspondente à da etiqueta e, após a conclusão da mesma, é colocado um visto junto ao número identificativo. A zona seguinte apresenta uma tabela com o número de etiquetas registadas por tipo e local da anomalia (Anexo 7). Isto permite fazer um cruzamento de dados e identificar o binómio tipo/local mais crítico da unidade de equipamentos. Pode também ser usada a informação individualizada de cada grupo para perceber qual o tipo de anomalia mais recorrente, bem como o local mais dominante. Relacionado com isto estão os gráficos que se encontram abaixo desta tabela, um Pareto para registar número de etiquetas por tipo de anomalia e outro para os respetivos locais (Anexos 9 e 10). Esta versão oferece uma forma mais visual de identificar os pontos mais críticos. Na parte mais à direita, é possível ver, em cima, o plano de MA atual e/ou provisório. Provisório porque, como já dito ao longo do trabalho, é suposto que esteja seja um documento dinâmico, adaptado às mais recentes realidades. Encontra-se no quadro, não só por uma questão de consulta, mas também para estar à disposição dos envolvidos para poderem escrever alguma proposta de alteração, quer seja para incluir novas tarefas ou excluir outras existentes. De seguida está a zona reservada às One Point Lessons, onde se encontra, por exemplo, uma OPL com o procedimento a seguir (Figura 21) aquando do registo de uma nova anomalia/anormalidade. Por fim, há ainda um espaço para colocar “tesourinhos”, fotos ou objetos de anormalidades que não sejam motivo de orgulho, para que sirvam como aprendizagem para o futuro.

Voltando um pouco atrás e aprofundando o processo de registo das etiquetas, estas podem encontrar-se em diferentes estados: Abertas, Analisadas e Concluídas. Dentro da categoria Abertas, estas dividem-se em 3 grupos, correspondentes a cada um dos níveis de priorização (A, B e C). Depois de preenchida uma etiqueta, um exemplar é colocado no local do problema identificado e o outro vai para o estado Aberto, para o grupo correspondente à sua prioridade. As etiquetas apenas transitam para o estado de Analisadas depois de feita a reunião semanal de análise do Quadro. Isto porque é necessário primeiro avaliar a verdadeira necessidade de executar/alterar aquilo que se está a reportar. No caso das etiquetas vermelhas, só depois de analisadas se deve proceder a efetuar o pedido à Manutenção. Por fim, chega o estado, cujo nome, intuitivamente, define o seu papel. Depois de resolvidas as etiquetas, estas são movidas para o estado Concluídas. A paragem mensal de MA pode ser aproveitada para efetivar a conclusão das etiquetas azuis, o que não impede que os operadores não o possam fazer ao longo do mês, caso a urgência assim o exija, e caso a disponibilidade assim o permita.

TEKA					One Point Lesson		ÁREA
							Paneladoras
Data	Linha	Posto	Elaborado por	Nº	Versão		
2022-06-15	-	M1093	Miguel Sebastião	XXX	XXX		
Objectivo							
Definir um procedimento para a criação e resolução de etiquetas							
<input checked="" type="checkbox"/>	Conhecimento	<input type="checkbox"/>	Problema	<input type="checkbox"/>	Melhoria	<input type="checkbox"/>	
Como registar e resolver uma etiqueta?							
<p>1º - Perceber se a resolução da anomalia poderá ser feita pela Produção. Caso seja possível, utilizar uma etiqueta azul, caso contrário, utilizar uma vermelha;</p> <p>2º - Retirar uma etiqueta e respetiva cópia, do conjunto das disponíveis, à esquerda;</p> <p>3º - Preencher todos os campos da etiqueta e do 2º exemplar (à exceção do "Pedido");</p> <p>4º - Colocar um exemplar no quadro na categoria de priorização adequada;</p> <p>5º - Pendurar o segundo exemplar no local da anomalia, com o auxílio do arame disponibilizado;</p> <p>6º - Analisar as etiquetas na reunião semanal entre Supervisor e Líder de Equipa, atualizando os dados dos gráficos e tabelas do quadro;</p> <p>7º - Passar as etiquetas analisadas para o estado de "Analisados" no quadro;</p> <p>8º - Caso se trate de uma etiqueta vermelha, realizar o pedido à Manutenção. Após a sua realização, colocar um visto no campo "Pedido";</p> <p>9º - Proceder à resolução da etiqueta, <b>apenas depois de colocada no estado "Analisado"</b>; *em caso de necessidade de resolução emergente antes da análise, deixar escrita, no quadro, a observação de que foi feita a resolução;</p> <p>10º - Depois de resolucionadas, colocar as etiquetas no último estado - "Concluídos".</p>							
<p>Da responsabilidade do Operador</p> <p>Da responsabilidade do Supervisor</p>							

Figura 20: OPL de preenchimento das etiquetas

Comparativamente com aquilo que era o esboço inicial para o quadro e com o estado a que o projeto chegou, propuseram-se duas melhorias ao conteúdo do quadro. Uma delas foi proposta por parte da equipa da Manutenção, que teve sempre um papel de cooperação próximo do projeto. Essa proposta consistiu na sugestão de acrescento de um novo estado para as etiquetas vermelhas. A Manutenção sentiu falta de um estágio onde colocar etiquetas que já tivessem sido revistas por eles, mas que estejam a aguardar por determinado processo, seja uma ordem interna, uma encomenda de algum componente necessário para a sua realização, etc. Assim, foi criado o estado Pendente para alocar estas situações. A outra alteração executada, em relação ao esboço inicial, foi a inclusão de uma nova tabela para registar a percentagem de etiquetas concluídas até à data, em comparação com a quantidade total (Anexo 11).

### 3.2 Resultados

Com cerca de oito semanas de implementação, já é possível retirar alguns dados e resultados daquilo que tem sido este início da Manutenção Autónoma, na empresa. Existem dois aspetos que foram evoluindo de maneira inversa, ao longo do tempo. Por um lado, o nível de compromisso para com as tarefas de Manutenção Autónoma que, como é normal foi aumentando ao longo do tempo, à medida que se ia criando o hábito de realizar as operações. No turno da tarde em que, por impossibilidade horária, era impossível estar presente no final do turno para acompanhar a realização das tarefas, o número de dias em que se falharam algumas tarefas foi maior. Com a evolução do tempo, e com as insistências feitas no sentido de se executarem as tarefas, a assiduidade no cumprimento das tarefas foi aumentando, atingindo-se já o nível de rotina desejável, tendo apenas falhas esporádicas pouco recorrentes, como é possível

ver na Figura 22. O outro ponto que teve uma evolução contrária foi o número de etiquetas criadas. Se logo após a implementação a adesão à criação de etiquetas foi grande, ao longo das semanas foi diminuindo um pouco, ao ir desaparecendo o fator novidade.

Analisando mais em pormenor as etiquetas registadas, contam-se já 17, sendo 5 azuis para a Produção e 12 vermelhas para a Manutenção. Destas, temos uma percentagem de conclusão de 60% nas etiquetas azuis e 42% nas etiquetas vermelhas. Ao nível da prioridade de resolução das etiquetas, nas etiquetas vermelhas a distribuição está feita da seguinte maneira: 42% do nível A, 25% do nível B e 33% para o nível C; já nas etiquetas azuis a distribuição é: 20% do nível A, 0% do nível B e 80% para o nível C. Quanto ao binómio tipo/local da anomalia, o cruzamento mais vezes referenciado é o de problemas de Condição Básica no Corpo do Equipamento, com 10 casos reportados. Analisando individualmente, são também nestes dois pontos que se localiza o nível crítico do tipo e local da anomalia, contando com 10 etiquetas identificadas no Corpo do Equipamento e 11 etiquetas registadas relacionadas com a Condição Básica do equipamento.

Dia	Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				
	T	D	S	M	T	D	S	M	T	D	S	M	T	D	S	M	T	D	S	M	
2ª		M	T*	T*		T	M*	M*		M	T*	T*		T	M*	M*	FH		FH		
3ª		M				T				M					T			FH		FH	TL
4ª		M				T				M					T			FH		FH	
5ª		M				T				M					T			FH		FH	M
6ª		M				T				M					T			FH		FH	M
S		M				T				M					T			TL		FH	M
2ª		T	M			M	T			T	M				M	T		SA		T	SA
3ª		T				M				T				M	T			HS		HS	
4ª		T				M				T				M	T			SA		HS	HS
5ª		T				M				T				M	T			SA		HS	HS
6ª		T				M				T				M	T			SA		HS	HS
S		T				M				T				M	T			SA		HS	HS
2ª		M	T			T	M			M	T				T	M		FH		FH	HS
3ª		M				T				M					T			FH		FH	M
4ª		M				T				M					T			FH		FH	M
5ª		M				T				M					T			FH		FH	M
6ª		M				T				M					T			FH		FH	M
S		M				T				M					T			SA		HS	HS
2ª		T	M			M	T			T	M				M	T		FH		HS	HS
3ª		T				M				T					T			SA		HS	HS
4ª		T				M				T					T			SA		HS	HS
5ª		T				M				T					T			SA		HS	HS
6ª		T				M				T					T			SA		HS	HS
S		T				M				T					T			SA		HS	HS
2ª		M	T			T	M			M	T				T	M		FH		FH	M
3ª		M				T				M					T			FH		FH	M
4ª		M				T				M					T			FH		FH	M
5ª		M				T				M					T			FH		FH	M
6ª		M				T				M					T			FH		FH	M
S		M				T				M					T			FH		FH	M

Frequência:   Turno   Diário   Semanal   Mensal

\*A primeira lâmina semanal e mensal do mês é útil do mês

Figura 21: Checklist preenchida

Ao nível de macro resultados, isto é, em termos de resultados atingidos naquilo que é o objetivo primordial do projeto, reduzir o nº de paragens não planeadas e avarias dos equipamentos, não é possível ter ainda qualquer registo. Este é um dado que, para além de difícil de medir, só é visível a longo prazo. O indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) pode ser uma ferramenta interessante para chegar a resultados em relação ao estado de funcionamento das máquinas, no entanto pode também ser enganador porque existem uma pluralidade de

fatores que podem influenciar os valores de OEE, não necessariamente ligados com o tempo de funcionamento dos equipamentos, como será explicado a seguir.

## 4. Conclusão

### 4.1 Considerações finais

Há várias inferências que se podem retirar depois da implementação deste projeto, assim como valerá também a pena deixar algumas considerações relevantes sobre as aprendizagens desenvolvidas ao longo destes meses, relacionadas com o tema do projeto.

Uma das lições, que inicialmente começou por ser apenas uma decisão a tomar, revelou-se, aparentemente, como uma escolha acertada e que pode vir a ser utilizada no futuro, dependendo sempre, obviamente, do contexto e da realidade de cada situação. A questão de optar por uma implementação mais robusta, mais consolidada e com total atenção por parte da equipa, em detrimento de avançar para as restantes máquinas mostrou-se ter sido uma boa escolha, dadas as diferentes alterações que foram sendo feitas em vários pontos do projeto e os ensinamentos que daí se puderam retirar. Exemplo disso são o acrescento de novas características ao Quadro TPM, a aprendizagem adquirida sobre as falhas e dificuldades enfrentadas por parte da equipa e o poder ter total foco nesta equipa piloto, fazendo com que o projeto seja interpretado com maior seriedade, dedicação e empenho. Avançar já para outras máquinas sem uma ideia bem estruturada, bem consolidada daquilo que era necessário e sem o conhecimento da melhor estratégia para atingir os objetivos pretendidos poderia relevar-se um erro. A ocorrência de vários erros e exposição de fragilidades, que pudessem existir, em mais que uma máquina ou equipa poderia fazer com que os operadores desacreditassem no projeto, fazendo-o perder a credibilidade, deitando por terra qualquer intenção de o implementar. Uma vez “morto”, dificilmente se poderia voltar a erguer e trazer de volta a dedicação dos trabalhadores.

É importante, para não dizer essencial, que o compromisso com o projeto se mantenha inalterado e que o exemplo parta de cima, dos líderes, aqueles que devem guiar a equipa rumo aos objetivos. O acompanhamento diário por parte dos Líderes de Equipa, semanal por parte do Supervisor e a presença sempre próxima do Diretor de Produção serão preponderantes. A manutenção das reuniões de acompanhamento do Quadro TPM, bem como a preocupação constante são tudo fatores que deverão ser tidos em conta para o sucesso desta ferramenta. Estes comportamentos despertarão nos operadores a importância que o projeto deve merecer, permitindo-lhes manter a ligação à MA, desenvolvendo-lhes o espírito participativo. Dar-lhes motivos para continuarem a criar etiquetas, para terem iniciativa e uma voz crítica perante os problemas será o caminho.

Ao longo do tempo, é esperado e expectável que, com o aprimoramento da manutenção preventiva, fruto da evolução sentida nos operadores, as anomalias e paragens não planeadas

tendam a diminuir. Isto indicia também uma provável tendência de descida da percentagem de etiquetas de prioridade A, por se adotar uma postura preventiva, ao invés de reativa, face aos problemas. Com a consolidação da MA, é desejável que as equipas antecipem os problemas, possam atuar preventivamente sobre estes e solucioná-los antes que escalem no nível de gravidade impacto.

O Quadro TPM é também uma enorme mais-valia, visto que dá a possibilidade de realizar um acompanhamento mais cuidado, mas sustentado e mais apoiado em termos de dados. É extremamente importante usufruir da oportunidade que este nos dá de interpretar e analisar a informação que nos fornece, para que possamos agir criteriosamente sobre possíveis melhorias para a área. Análise com forte sentido crítico é essencial para que possamos entender um pouco melhor o estado do projeto, qual a sua aceitação por parte da equipa, o nível de maturidade em que se encontra, entre outras informações. Por questões logísticas, de espaço, etc. é bastante provável que não seja possível ter um quadro para todos os equipamentos e, portanto, torna-se ainda mais importante tentar potenciar ao máximo as oportunidades em que os temos disponíveis e extrair deles o máximo de proveito possível.

## 4.2 Limitações e Trabalho Futuro

Uma das limitações do projeto foi a impossibilidade de, por vezes, evoluir com a implementação do projeto na velocidade desejada. Num cenário perfeito poder-se-ia ter chegado a mais máquinas do que simplesmente a piloto, mas este é um cenário real e nem sempre tudo acontece da forma ideal. As emergências recorrentes do dia-a-dia de um chão de fábrica, bem como a sobrecarga da equipa de manutenção, que desempenharam um papel fundamental, se não o mais importante, no início do processo, foram alguns dos motivos que abrandaram o projeto, mas nada que colocasse em causa a sua implementação.

Outra limitação do projeto é a dificuldade de medição de resultados. A MA é uma ferramenta que atua sobre a diminuição de avarias e paragens não planeadas, ora, e como se medem estas características? O OEE é, possivelmente, o medidor que mais se adequa à aferição destes resultados, no entanto, tem também importantes fragilidades. O seu valor é calculado através da multiplicação da Qualidade pelo Desempenho pela Disponibilidade, o que, já aqui, é possível concluir que vários fatores influenciarão o valor do OEE. Poderíamos olhar individualmente para a parcela da Disponibilidade, que é o fator que mais se relaciona com o tempo de funcionamento da máquina. No entanto, a própria Disponibilidade, que se calcula através da divisão do tempo de operação pelo tempo de produção planeado, pode não refletir as ineficiências do equipamento devido a problemas de avaria. O tempo de operação pode variar, não só em função das avarias, mas também em função de paragens por falta de material, por falta de pessoal, por falta de encomendas.... Existe uma pluralidade de fatores que pode influenciar estes valores e que não permitem ter um dado concreto e objetivo referente aos resultados.

Relacionado com o ponto anterior, está também evidente que está é uma ferramenta cujos resultados só serão perceptíveis a longo prazo. Para além de demorados a alcançar são

também pouco perceptíveis, pois passam despercebidos. Esta dificuldade em identificar as vantagens pode ter influência na visão com que os operadores ficam do projeto. Pode existir a percepção de que o seu trabalho não está a dar frutos e que é um esforço em vão, fazendo-os perder a motivação para continuar. Para suprimir a dificuldade de medição de resultados e de os fazer passar à equipa, talvez pudesse ser interessante, no futuro, incluir um gráfico no quadro com a evolução das avarias e paragens não planeadas da máquinas, para poder fazer uma monitorização destas métricas.

Em termos de trabalho futuro, neste momento, o objetivo passará por continuar em constante avaliação sobre a unidade piloto, perceber o que está bem e o que está mal, perceber que ajustes são necessários fazer ao plano em si ou ao *template*, compreender se os operadores sentem algum tipo de dificuldade e porquê, para que depois sejam analisados todos estes fatores e se avance para os equipamentos seguintes com os melhores dados e as melhores condições possíveis.

Consoante o nível de maturidade, nos equipamentos seguintes, por onde passará a implementação do projeto, decidir-se-á se poderão vir a ter, ou não, o suporte do quadro TPM. Este é um ponto que precisa de algum amadurecimento, para poder ser aplicável e funcional. Se se verificar, a médio prazo, nesta equipa e neste equipamento, que o quadro TPM é uma mais-valia e traz valor ao processo, então aí sim, nas condições em que seja possível, será abordada a possibilidade de estender a sua aplicação a outras unidades. Se se implementar o quadro sem grande cuidado noutra equipa menos preparada, o quadro pode tornar-se obsoleto por falta de utilização e provocar um sentimento de descrença nas restantes equipas. Assim, é desejável que se possa obter o máximo de informação e dados possível, para que se possa tomar uma decisão racional, bem sustentada, para que não se revele, no futuro, um erro de difícil reconciliação.

Outra sugestão importante poderá ser a inclusão de um gráfico no Quadro para registar a evolução do número de etiquetas registadas, ao longo do tempo. Poderá ajudar-nos a perceber o nível de compromisso e motivação da equipa para com o projeto.

Por fim, destacar que este é ainda o início de algo que poderá vir a ser bastante mais robusto e consolidado. Com o decorrer do tempo, com a aceitação, integração da equipa e participação ativa pretende-se que seja possível atingir outros estágios de maturidade para o projeto. Um exemplo como uma simples verificação de óleo poder passar a uma verificação e a um reabastecimento do nível. Poder chegar a um estado de quase total autonomia para estas questões, o que, para já, é ainda bastante prematuro de aposta.

Em suma, a criação de fortes alicerces, compostos por equipas bem formadas, projetos bem liderados, bem estruturados, avaliação crítica e consciente da realidade atual é o primeiro e essencial passo para poder atingir outros níveis de maturidade. A ambição desmedida não poderá ser obstáculo à praticabilidade e funcionalidade do que se pretende atingir.





## 5. Referências

- Ab-Samat, H., Khoe, P. G., Liau, W. S., Tan, H. F., Yap, W. Y., & Kamaruddin, S. (2012). Implementation of autonomous maintenance in semiconductor industry: A case study. *Advanced Materials Research*, 591–593, 708–711.  
<https://doi.org/10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/AMR.591-593.708>
- Adesta, E. Y. T., Prabowo, H. A., & Agusman, D. (n.d.). *Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/290/1/012024>
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (n.d.). *Total productive maintenance: literature review and directions*. <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- Bertolini, M., & Bevilacqua, M. (2006). A Multi Attribute Utility Theory Approach to FMECA implementation in the food industry. *Proceedings of the European Safety and Reliability Conference 2006, ESREL 2006 - Safety and Reliability for Managing Risk*, 3, 1917–1923.
- Byington, C. S., Roemer, M. J., Kacprzycki, G. J., & Galie, T. (2002). Prognostic enhancements to diagnostic systems for improved condition-based maintenance [military aircraft]. *IEEE Aerospace Conference Proceedings*, 6, 2815–2824.  
<https://doi.org/10.1109/AERO.2002.1036120>
- Edwards, D. J., Holt, G. D., & Harris, F. C. (n.d.). *Predictive maintenance techniques and their relevance to construction plant*.
- Eti, M. C., Ogaji, S. O. T., & Probert, S. D. (2004). Implementing total productive maintenance in Nigerian manufacturing industries. *Applied Energy*, 79(4), 385–401.  
<https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2004.01.007>
- Fang, F., Zhao, Z. J., Huang, C., Zhang, X. Y., Wang, H. T., & Yang, Y. J. (2019). Application of reliability-centered maintenance in metro door system. *IEEE Access*, 7, 186167–186174. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2960521>
- Gurpreet Singh Bali, S., Singh, G., Singh, B., & Mohan, S. (2022). Improvement in Overall Equipment Effectiveness in Manufacturing Industry Using Autonomous Maintenance. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 455–468. <https://doi.org/10.1007/978-981->

16-2794-1\_41/COVER

Habidin, N. F., Hashim, S., & Fuzi, N. M. (n.d.). *Total productive maintenance, kaizen event, and performance Mad Ithnin Salleh*. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2017-0234>

Habidin, N. F., Hashim, S., Fuzi, N. M., Salleh, M. I., Mustaffa, W. S. W., & Hudin, N. S. (2019). The Implementation of Total Productive Maintenance in Malaysia Automotive Industry. *Research in World Economy*, 10(5), 89.

<https://doi.org/10.5430/rwe.v10n5p89>

*Introduction to TPM (Total Productive Maintenance) by Seiichi Nakajima - PDF Drive*. (n.d.).

Retrieved October 26, 2022, from <https://www.pdfdrive.com/introduction-to-tpm-total-productive-maintenance-e187223506.html>

Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice A literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma*, 5(3), 293–323. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>

Jasiulewicz-Kaczmarek, M. (2014). Integrating Safety, Health and Environment (SHE) into the Autonomous Maintenance Activities. *Communications in Computer and Information Science*, 435 PART II, 467–472. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07854-0\\_81/COVER](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07854-0_81/COVER)

Kulkarni, A. B., & Dabade, B. (2013). Investigation of Human Aspect in Total Productive Maintenance (TPM): Literature Review. *Undefined*.

Labib, A. W. (n.d.). World-class maintenance using a computerised maintenance management system. *JQME*, 4, 1.

Lawrence, J. J. (1999). Use mathematical modeling to give your TPM implementation effort an extra boost. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5(1), 62–69.

<https://doi.org/10.1108/13552519910257078/FULL/PDF>

Mckone, K. E., & Weiss, E. N. (2000). Analysis of investments in autonomous maintenance activities. *IIE Transactions* 2000 32:9, 32(9), 849–859.

<https://doi.org/10.1023/A:1007647329259>

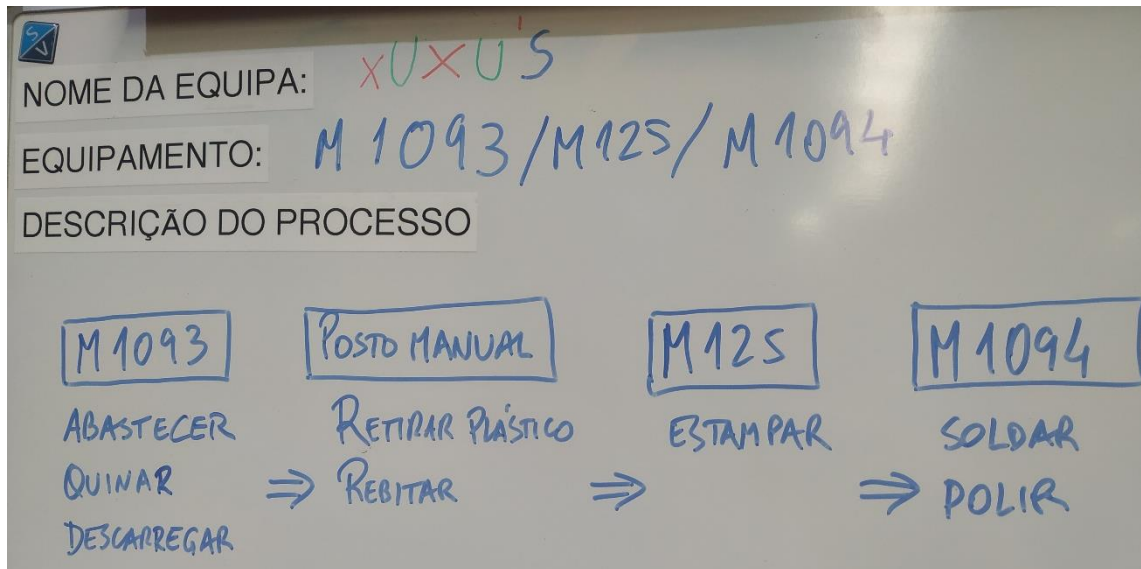
Miyake, D. I. (2010). *Total Quality Management Matching the promotion of total quality control and total productive maintenance: An emerging pattern for the nurturing of well-balanced manufacturers*. <https://doi.org/10.1080/0954412997983>

- Mobley, R. K. (2002). *An introduction to predictive maintenance*. Butterworth-Heinemann.  
<http://www.sciencedirect.com:5070/book/9780750675314/an-introduction-to-predictive-maintenance>
- Narendiranath Babu, T. (2016). Productivity improvement on assembly line through reduction of down time using autonomous maintenance. *International Journal of Pharmacy and Technology*, 8(2), 13592–13603.
- Pintelon, L., Pinjala, S. K., & Vereecke, A. (n.d.). *Evaluating the effectiveness of maintenance strategies*. <https://doi.org/10.1108/13552510610654501>
- Sahoo, S. (n.d.). *An empirical exploration of TQM, TPM and their integration from Indian manufacturing industry*. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0075>
- Sukma, D. I., Prabowo, H. A., Setiawan, I., Kurnia, H., & Fahturizal, I. M. (2022). Implementation of Total Productive Maintenance to Improve Overall Equipment Effectiveness of Linear Accelerator Synergy Platform Cancer Therapy. *International Journal of Engineering*, 35(7), 1246–1256. <https://doi.org/10.5829/IJE.2022.35.07A.04>
- Supriatna, E. R., Marie, I. A., & Witonohadi, A. (2017). AUTONOMOUS MAINTENANCE PADA PLANT II PT. INGRESS MALINDO VENTURES. *JURNAL TEKNIK INDUSTRI*, 5(3). <https://doi.org/10.25105/jti.v5i3.1518>
- Taisir, O., & Almeanazel, R. (2010). *Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*. 4(4). [www.jjmie.hu.edu.jo](http://www.jjmie.hu.edu.jo)
- Velmurugan, R. S., & Dhingra, T. (n.d.). *Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function A conceptual framework*. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2014-0028>
- Wongmongkolrit, S. (2008). Work force scheduling for mixture policy of preventive and corrective maintenance. *2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IEEM 2008*, 1365–1369.  
<https://doi.org/10.1109/IEEM.2008.4738093>

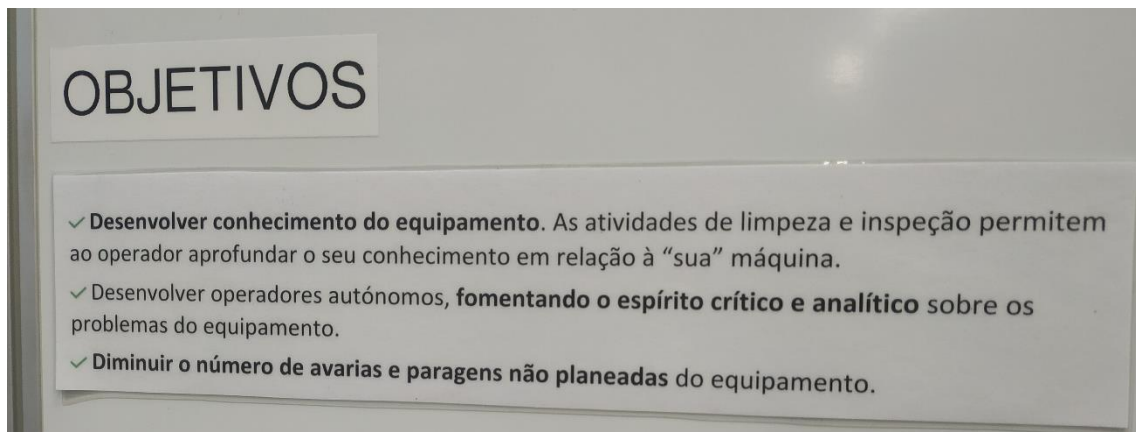


## 6. Anexos

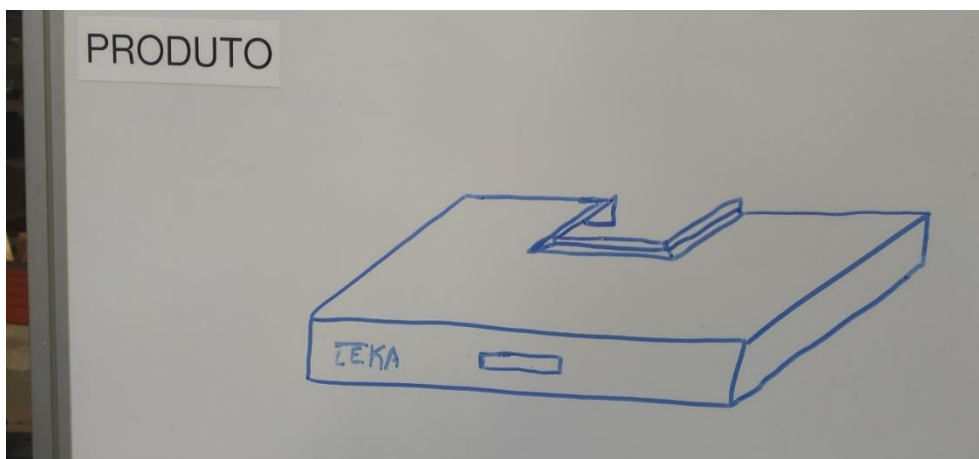
### Anexo 1 – Descrição do processo e outros dados



### Anexo 2 – Objetivos do projeto



### Anexo 3 – Descrição do produto



Anexo 4 – Critérios de priorização

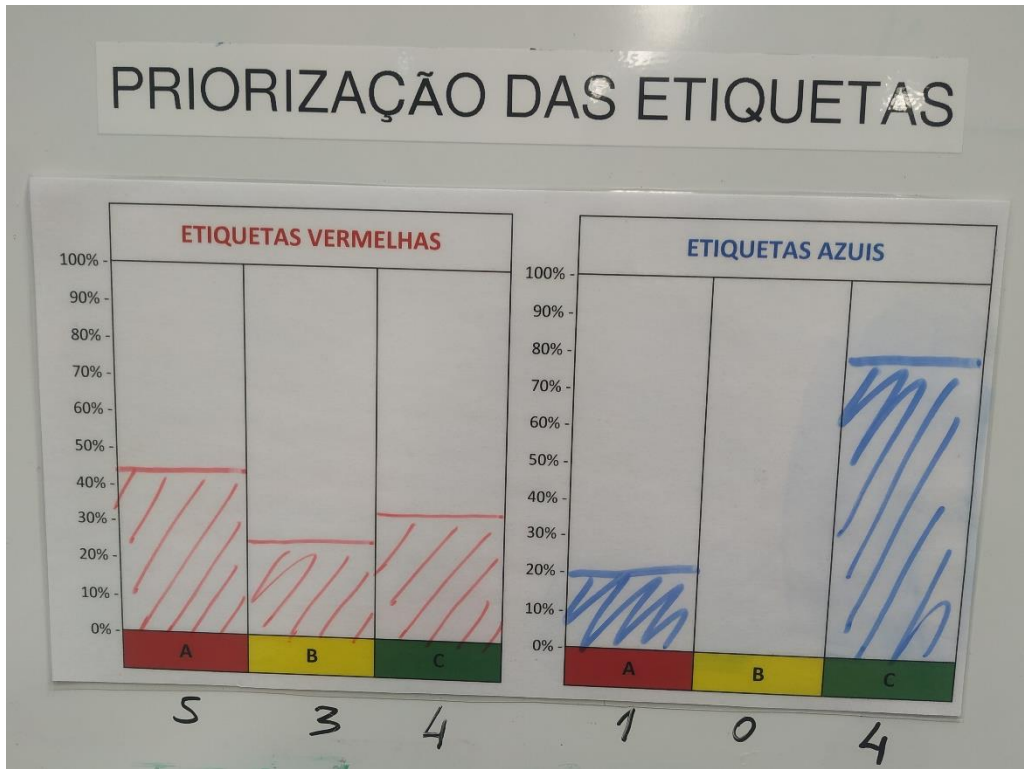
	CRITÉRIO DE PRIORIZAÇÃO	PRAZO
<b>A</b>	<b>ALTA</b> – Problemas que afetam a Segurança, Qualidade do Produto ou geram um risco de quebra iminente.	7 dias para a resolução do problema
<b>B</b>	<b>MÉDIA</b> – Problemas que afetam a produtividade ou o funcionamento do equipamento.	30 dias para a resolução do problema
<b>C</b>	<b>BAIXA</b> – Defeitos estéticos e problemas que não afetam a produtividade ou o funcionamento do equipamento.	90 dias para a resolução do problema

Anexo 5 – Estratificação das etiquetas

**ESTRATIFICAÇÃO DAS ETIQUETAS**

	ETIQUETAS VERMELHAS	ETIQUETAS AZUIS	TOTAL
QUANTIDADE	12	5	17
PERCENTAGEM	71 %	29 %	

Anexo 6 – Priorização das etiquetas

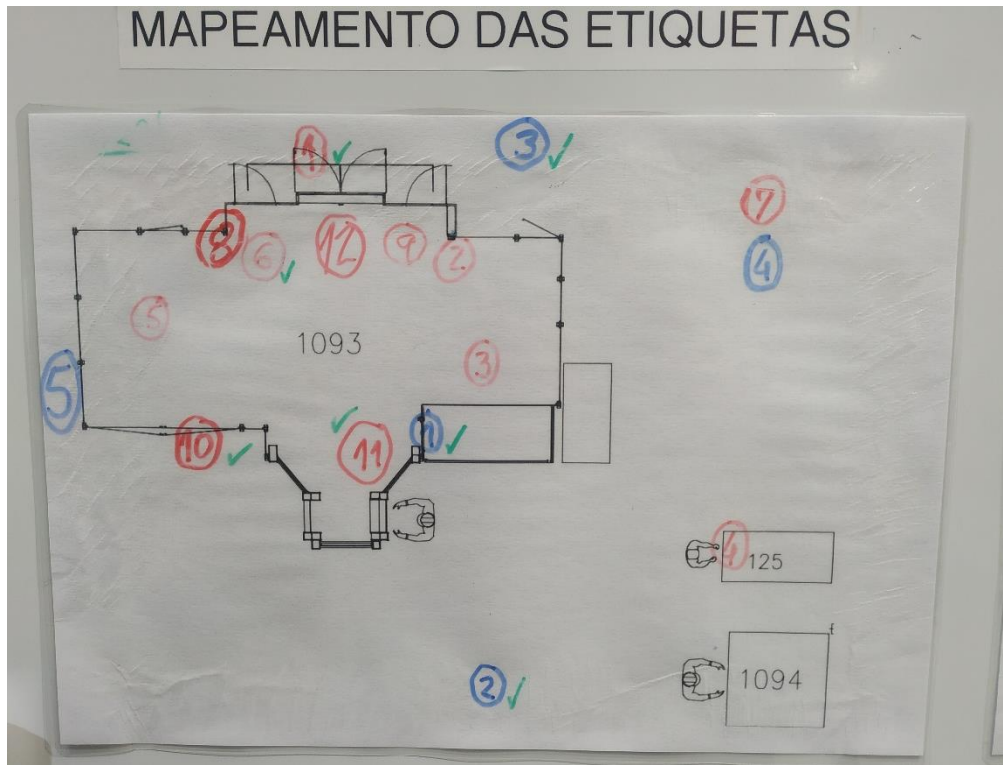


Anexo 7 – Análise por tipo e local das etiquetas

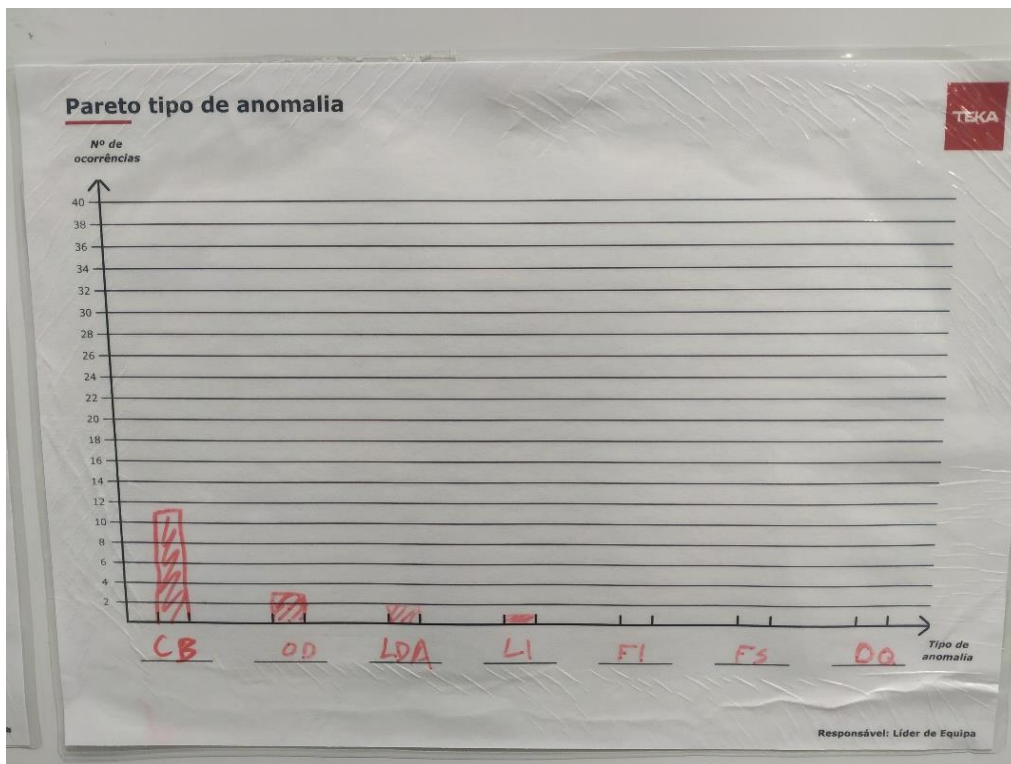
### TIPO/LOCAL DAS ETIQUETAS

Local da Anomalia	Tipo de	FI	CB	DQ	LDA	OD	FS	LI	Quantidade de Anomalias
		Falha Infima	Condição Básica	Origem dos Defeitos de Qualidade	Locais de Difícil Acesso	Objetos Desnecessários	Fontes de Sujidade	Local inseguro	
PEE	Parte Externa do Equipamento		1		1				2
CE	Corpo do Equipamento		10						10
MIA	Máquinas / Instrumentos / Acessórios			1					1
ES	Equipamento Secundário								
ET	Equipamento de transporte								
AE	Arredores do Equipamento					1		1	4
	Quantidade de Anomalias		11		2	3		1	17

Anexo 8 – Mapeamento das etiquetas

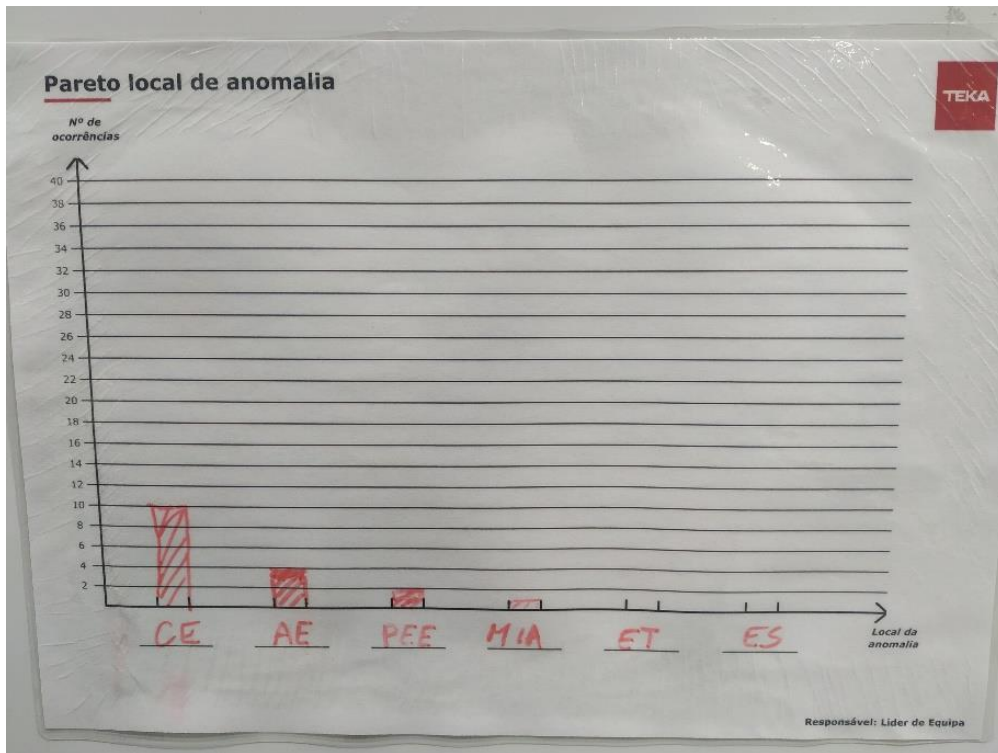


Anexo 9 – Gráfico de Pareto por tipo de anomalia





Anexo 10 – Gráfico de Pareto por local de anomalia



Anexo 11 – Rácio de etiquetas resolvidas

ETIQUETAS RESOLVIDAS

	ETIQUETAS VERMELHAS	ETIQUETAS AZUIS	TOTAL
CONCLUÍDAS	5	3	7
ANALISADAS	12	5	17
PERCENTAGEM	42 %	60 %	NOTA: VERDE SE $\geq$ 75%