



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luís Daniel Ferreira Magalhães da Silva

**Manutenção Produtiva Total:
Implementação de Melhorias na Indústria
Têxtil**

Tese de Mestrado

Mestrado em Engenharia e Gestão da Qualidade

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professora Doutora Isabel da Silva Lopes

Outubro de 2018

RESUMO

A presente dissertação, realizada no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão da Qualidade lecionado na Universidade do Minho, documenta um projeto realizado no departamento de Fiação do grupo empresarial Polopique, onde são implementadas melhorias baseadas na filosofia *Total Productive Maintenance*.

O sucesso na indústria, nos dias que correm, tem muito que ver com sustentabilidade sendo que as empresas devem apresentar práticas o mais eficientes possíveis para que o negócio não se demonstre apenas lucrativo no momento presente mas sim ao longo da sua futura existência também. Assim, olhando para o futuro através de práticas eficientes e sustentáveis, é possível inferir que em termos de equipamentos industriais, representantes tipicamente de elevado valor, deve existir o cuidado de garantir a sua longevidade em plenas condições de funcionamento. Ou seja, mesmo sem abordar os ganhos no que respeita a eficiência produtiva, a garantia de um ciclo de vida ótimo dos equipamentos só por si já deverá ser suficiente para justificar o tempo e recursos despendidos em manutenção.

Partindo deste pressuposto, esta dissertação retrata a análise da situação inicial encontrada na empresa, a criação de procedimentos de manutenção planeada, a criação de sistemas facilitadores da comunicação e a recolha de dados que alimenta o sistema de avaliação de desempenho criado. Estas implementações tornam a manutenção mais controlada e monitorizada, criando assim um sistema de gestão da manutenção estruturado, documentado que incorpora a manutenção planeada e autónoma.

Neste projeto é também salientada a demarcação entre paragens planeadas e não planeadas, afetantes dos indicadores de aproveitamento e disponibilidade dos equipamentos, respetivamente. Salientando assim a monitorização de duas situações distintas que requerem tratamentos distintos em termos de gestão dos equipamentos e de intervenções realizadas.

Concluído o projeto verificou-se uma maior atenção e cuidado pela função manutenção, realizada agora de forma estruturada. A quantificação de melhorias poderá ser futuramente realizada através do sistema de avaliação de desempenho implementado.

PALAVRAS-CHAVE

TPM, Indústria Têxtil, Manutenção Planeada, Manutenção Autônoma, OEE.

ABSTRACT

This dissertation, carried out in the scope of the Master's in Engineering and Quality Management taught at the University of Minho, documents a project carried out in the Spinning Department of the Polopique business group, where improvements are implemented based on the Total Productive Maintenance philosophy.

Success in the industry these days has a lot to do with sustainability, and companies must present the most efficient practices possible so that the business is not only profitable in the present moment, but in the course of its future existence as well. Thus, looking at the future through efficient and sustainable practices, it is possible to infer that in terms of industrial equipment, representatives of typically high value, care must be taken to guarantee its longevity in full operating conditions. That is, even without addressing the gains in productive efficiency, the guarantee of an optimum life cycle of the equipment alone should already be enough to justify the time and resources spent in maintenance.

Based on this assumption, this dissertation describes the analysis of the initial situation found in the company, the creation of planned maintenance procedures, the creation of communication facilitation systems and the data collection that feeds the performance evaluation system created. These implementations make maintenance more controlled and monitored, thus creating a structured, documented maintenance management system for planned and autonomous maintenance.

In this project it is also emphasized the demarcation between planned and unplanned stops, affecting the indicators of the use and availability of the equipment, respectively. This highlights the monitoring of two distinct situations that require different treatments in terms of equipment management and interventions.

Once the project was completed, a greater attention and care was taken by the maintenance function, which is now done in a structured way. The improvement quantification may be measured in the future through the implemented performance measurement system.

KEYWORDS

TPM, Textile Industry, Planned Maintenance, Autonomous Maintenance, OEE.

ÍNDICE

Resumo.....	v
Abstract	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	xv
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação	3
1.4 Estrutura da Dissertação	3
2. Revisão da Literatura	5
2.1 Manutenção.....	5
2.2 Gestão da Manutenção	8
2.3 <i>Total Productive Maintenance</i>	10
2.4 <i>O Lean e o Kaizen</i>	15
2.5 A Avaliação do Desempenho (Indicadores).....	17
3. Apresentação da Empresa	21
3.1 Grupo Polopique.....	21
3.2 Processo de Fiação	21
4. Descrição e Análise da Situação Inicial	27
4.1 Equipamento	27
4.2 Estado Inicial da Manutenção	29
5. Sugestão e Implementação de Melhorias	37
5.1 Manutenção Autónoma	37
5.2 Manutenção Planeada.....	40
5.3 Melhorias Específicas	47
5.4 Implementação.....	49

6. Conclusões e Considerações para Trabalho Futuro.....	51
Referências Bibliográficas	55
Anexo I – Ficha Mensal de Registo de Limpeza (exemplo)	57
Anexo II – Ficha de Registo de Intervenção (exemplo)	59
Anexo III – Ficha de Registo de Paragem (exemplo)	61
Anexo IV – Ficha de Registo de Funcionamento Anormal (exemplo).....	63
Anexo V – Ficha de Registo de Substituições (exemplo)	65
Anexo VI – Legenda do Código Visual	67
Anexo VII – Instruções de Utilização das Folhas de Registo	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Visão geral da manutenção, de acordo com a norma NP EN 13306 (2007).....	7
Figura 2: Pilares TPM (Singh et al., 2013).....	14
Figura 3: Fardo de algodão crú.....	22
Figura 4: Fibras de algodão sob a forma de véu, em processo de cardagem.....	23
Figura 5: Fibras de algodão sob a forma de fita, em lata de transporte entre máquinas.	24
Figura 6: Fibras sob a forma de mecha, em carretos.....	25
Figura 7: Fio, em canelas.....	25
Figura 8: Cones de fio.....	26
Figura 9: Gráfico de taxa de utilização da penteadeira 2, por intervalo de medição.....	32
Figura 10: Gráfico de produtividade da penteadeira 2, por intervalo de medição.....	33
Figura 11: Gráfico de taxa de utilização e produtividade mensais das cinco penteadeiras. ...	33
Figura 12: Cabeçalho da ficha mensal de registo de limpeza.....	38
Figura 13: Cabeçalho da ficha de registo de intervenção.....	42
Figura 14: Cabeçalho da ficha de registo de paragem.....	43
Figura 15: Cabeçalho da ficha de registo de funcionamento anormal.....	43
Figura 16: Cabeçalho da ficha de registo de substituições.....	44
Figura 17: Fluxograma do processo de deteção de funcionamento anormal.....	48
Figura 18: Fluxograma do processo de manutenção autónoma e registo associado.....	50
Figura 19: Fluxograma do processo de manutenção planeada e registo associado.....	50

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de manutenção, de acordo com a norma NP EN 13306 (2007).	5
Tabela 2: Máquinas e respetivas funções.	27
Tabela 3: Problemas identificados com base na situação inicial vs. respetivas sugestões de melhoria.	37
Tabela 4: Problemas identificados com base na situação inicial vs. respetivas sugestões de melhoria.	40
Tabela 5: Sistema de avaliação de desempenho sugerido.	45

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

SWOT – *Strengths Weaknesses Opportunities Threats*

TPM – *Total Productive Maintenance*

VSM – *Value Stream Mapping*

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo, que dá início à presente dissertação, apresenta o enquadramento da sua temática, define objetivos orientadores do trabalho realizado, descreve a metodologia de investigação adotada, e sumaria a estrutura da dissertação.

1.1 Enquadramento

A realidade empresarial tem vindo, ao longo dos anos, a pressionar as organizações para a tomada de uma posição competitiva e sustentável. Perseguindo esse objetivo, as empresas procuram estratégias e/ou metodologias que permitam elevar o seu nível de desempenho.

No caso concreto da indústria têxtil, a gestão do processo produtivo e dos ativos físicos associados constitui um possível alvo de aplicação das referidas estratégias/metodologias. Assim sendo, a manutenção toma um papel importante na indústria têxtil e deve por isso ser levada a sério (Chen & Liao, 2005).

Segundo Alsayouf (2006) o estatuto da “função manutenção” deve ser alterado, mostrando que a manutenção pode deixar de ser uma fonte de custos passando a ser reconhecida como uma função geradora de lucro. Para tal, é necessário que a manutenção seja estudada, planeada e gerida, existindo metodologias que auxiliam nessas tarefas.

A filosofia Manutenção Produtiva Total (ou *Total Productive Maintenance* - TPM) surgiu no Japão, a partir das práticas do *Lean Manufacturing* e consiste na procura da maximização da disponibilidade dos equipamentos. A palavra “total” significa: a total eficácia, ou seja, a melhoria da produtividade, qualidade, segurança e redução de custos; a manutenção total, que implica a tomada de ações preventivas, desde o projeto até ao planeamento da manutenção, que conduzam a um melhoramento da fiabilidade e manutibilidade dos equipamentos, minimizando a ocorrência de falhas e ações de manutenção; e à participação total, que significa que todos os colaboradores são envolvidos na partilha de informação e na manutenção autónoma (Nakajima, 1990).

Os pilares que suportam a filosofia TPM são oito: manutenção autónoma, manutenção planeada, melhorias específicas, educação e formação, gestão da qualidade do processo, gestão de novos equipamentos, segurança e meio ambiente, e TPM em áreas administrativas. Focando o pilar da manutenção planeada, a experiência prática demonstra

que o planeamento e calendarização de procedimentos de manutenção permitem alcançar elevados níveis de desempenho (Chen & Liao, 2005).

Assim, a filosofia TPM demonstra ser uma opção a considerar pelas empresas no que diz respeito à gestão da manutenção, uma vez que permite a redução de custos (diretos e indiretos) através da minimização da ocorrência de falhas e da otimização de recursos e sua utilização, sejam estes recursos humanos, materiais, capitais, energéticos e de tempo. A eficaz implementação de um programa TPM permite às empresas a redução de preços e tempos de entrega perante os seus clientes, colocando-as numa posição comercial mais competitiva, e permite também uma maior sustentabilidade, desde as margens de lucro até à eficiência energética, passando pelos custos de mão-de-obra.

A entidade onde se realiza a dissertação, como empresa de produção têxtil a trabalhar com prazos de entrega e critérios de qualidade, está consciencializada para as questões de manutenção e sua importância. No entanto, a correria para cumprir prazos de entrega acaba, em algumas situações, por levar a que funções como a manutenção acabem por ficar um bocado de lado, surgindo assim a necessidade de manutenção corretiva, que não é desejada, uma vez que interrompe o processo produtivo de forma não planeada. Assim sendo, e atendendo à filosofia de melhoria contínua, surge uma oportunidade de intervenção para reafirmar a manutenção preventiva, que deve também ser planeada e otimizada, motivando assim para a utilização de práticas baseadas na filosofia TPM.

1.2 Objetivos

A presente dissertação tem como objetivo a implementação de melhorias, tendo como base a filosofia TPM, na área de fiação da empresa Polopique (indústria têxtil). Esta implementação deverá levar ao aumento da eficiência geral dos equipamentos e consequentemente da eficiência geral do processo produtivo.

As ações tomadas no âmbito da filosofia TPM deverão promover a redução de paragens não planeadas da produção, através do aumento da disponibilidade e produtividade dos equipamentos.

De forma a cumprir estes objetivos pretende-se implementar medidas associadas essencialmente a três pilares da filosofia TPM: manutenção autónoma, manutenção planeada, e melhorias específicas.

Deverá ser realizado, o planeamento e calendarização das ações de manutenção, bem como a identificação dos equipamentos mais críticos na área produtiva em estudo. Para tal, é essencial o estudo do histórico de informação relativa à manutenção e produção, e possivelmente o desenvolvimento de novas formas de recolha de indicadores informativos.

1.3 Metodologia de Investigação

No que respeita a metodologias de investigação, a dissertação é baseada essencialmente na metodologia investigação-ação.

Esta investigação ativa distingue-se das outras abordagens pelo foco atribuído à ação, geralmente associada à implementação de alterações num sistema ou organização, baseada no conhecimento investigado. Trata-se de um método contínuo e iterativo que utiliza dinamicamente a análise, o planeamento, e a tomada de ações, que num processo em espiral encaminhem para o objetivo (Jensen, 2016).

Em suma, o conhecimento, fruto da investigação, suporta a ação, que por sua vez gera novo conhecimento, que poderá ser utilizado na repetição deste ciclo pelo próprio investigador ou por outrem.

Assim, a escolha da metodologia investigação-ação demonstra-se ideal, numa dissertação que assenta na aplicação de alterações que conduzam à melhoria contínua.

1.4 Estrutura da Dissertação

A dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos. O primeiro, introdutório, trata-se do presente capítulo. O segundo dedica-se à revisão da literatura, onde é explorado o conhecimento existente em relação à manutenção, sua gestão, às filosofias TPM (*Total Productive Maintenance*), *Lean*, e *Kaizen*, e à avaliação de desempenho. Todas elas temáticas que suportam ou direcionam o trabalho criado no âmbito desta dissertação.

Quanto ao terceiro capítulo, é realizada uma breve apresentação do grupo do qual a empresa onde se realizou o projeto é parte integrante, bem como do processo de fiação, que se trata da área da empresa alvo de estudo.

No quarto capítulo é descrita e analisada a situação inicial encontrada no departamento de fiação, começando pelo reconhecimento dos equipamentos nos quais a manutenção toma o seu lugar e transitando para a manutenção propriamente dita e sua envolvência.

Seguidamente, o capítulo quinto retrata o trabalho implementado no contexto das melhorias baseadas na metodologia TPM, dividindo este em manutenção autónoma, manutenção planeada e melhorias específicas.

Finalizando, o sexto capítulo explora as conclusões fruto do trabalho realizado e aponta considerações para trabalho futuro que pode ser tomado encadeado com o resultado da presente dissertação.

2. REVISÃO DA LITERATURA

No presente capítulo é apresentado o estado da arte, bem como a revisão crítica da literatura, em torno da temática da dissertação.

Inicialmente é apresentado o conceito de manutenção, no seu sentido mais geral e no que respeita à indústria produtiva, que é complementado pela abordagem à gestão da manutenção, sua aplicação, e envolvimento. Ainda associado à gestão, o estudo foca a metodologia *Total Productive Maintenance* (TPM), tema central da dissertação. Finalmente, é explorada a filosofia *Kaizen*, uma vez que a melhoria contínua e suas ferramentas se relacionam e integram com a gestão da manutenção.

2.1 Manutenção

Segundo a norma NP EN 13306 (2007) a manutenção é definida como a “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida”, sendo “bem” definido por “qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que pode ser considerado individualmente”.

A norma NP EN 13306 (2007) define também os tipos de manutenção, apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Tipos de manutenção, de acordo com a norma NP EN 13306 (2007).

Manutenção	Definição
Preventiva	manutenção efetuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem
Programada	manutenção preventiva efetuada de acordo com um calendário pré-estabelecido ou de acordo com um número definido de

	unidades de utilização
Sistemática	manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem
Condicionada	manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes” “nota: a vigilância do funcionamento e dos parâmetros pode ser executada segundo um calendário, a pedido ou de modo contínuo
Preditiva	manutenção condicionada efetuada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e da avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem
Corretiva	manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar uma função requerida
Remota	manutenção de um bem efetuado sem o acesso físico ao bem por parte do pessoal
Diferida	manutenção corretiva que não é efetuada imediatamente depois da deteção de um estado de falha, mas que é retardada de acordo com regras de manutenção determinadas
De Urgência	manutenção corretiva que é efetuada imediatamente após a deteção de um

	estado de falha, para evitar consequências inaceitáveis
--	---

Referidos os tipos de manutenção, é possível a visualização das suas inter-relações através de uma visão geral sobre a manutenção, sugerida pela norma NP EN 13306 (2007) e esquematicamente apresentada na figura 1.

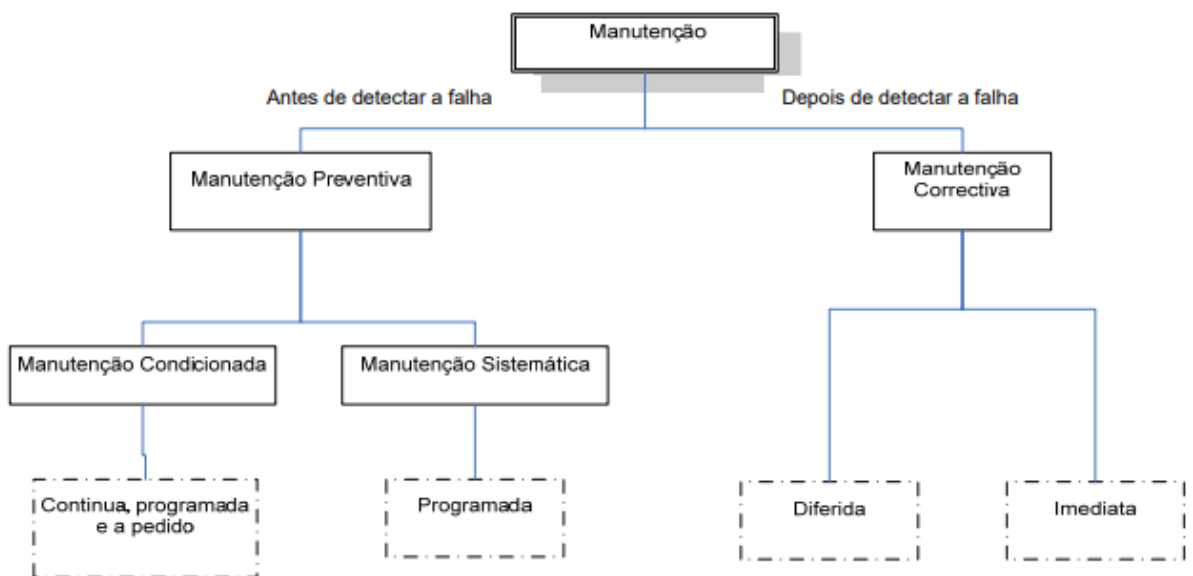


Figura 1: Visão geral da manutenção, de acordo com a norma NP EN 13306 (2007).

A manutenção toma um papel importante na indústria, com impacto no desempenho produtivo, e deve por isso ser levada a sério (Chen & Liao, 2005). Focando nos ativos físicos ou bens, segundo Basu (2013), a manutenção dos equipamentos é das funções mais importantes em qualquer unidade produtiva, uma vez que estes determinam em grande parte a produtividade, qualidade de produto, eficiência energética e ambiente de trabalho. No passado, a finalidade da manutenção era essencialmente a de evitar paragens. Com o passar do tempo, a influência da manutenção noutros campos começou a ser compreendida (Basu, 2013). Assim sendo, a manutenção deve ser gerida eficazmente, para permitir níveis de alto desempenho (Chen & Liao, 2005).

2.2 Gestão da Manutenção

Salientada a importância da manutenção, deve ser considerada a sua gestão. A existência de manutenção desprovida de gestão não é suficiente e pode resultar na redução do desempenho produtivo (Chen & Liao, 2005).

A gestão da manutenção planeia, calendariza, e mede o desempenho, do processo e resultados, da manutenção (Basu, 2013; Muchiri *et al.*, 2011).

O planeamento das ações de manutenção deve incluir a definição de procedimentos que permitam a sua realização utilizando o tempo, a mão-de-obra e o material da forma mais económica possível. As operações a realizar no âmbito destas ações podem, na maioria dos casos, ser obtidas nos manuais fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos (Basu, 2013).

Os custos associados aos materiais implicados nas operações de manutenção representam 40 a 60 % do custo total de manutenção, devendo por isso ser controlados. É importante gerir os níveis de inventário. Sendo que stock excessivo bloqueia capital e pode levar a que determinadas peças sobressalentes não sejam sequer utilizadas durante o tempo de vida da máquina respetiva. Por outro lado, deficientes níveis de stock podem levar ao aumento do tempo de paragem de determinada máquina, traduzindo-se em redução da produção. Assim sendo, o stock de material deve ser balanceado, com ajuda da experiência da gestão, e de uma prospeção imparcial de fornecedores (Basu, 2013).

Segundo Douissa & Jabeur (2016), a análise ABC é uma das técnicas mais largamente utilizadas em gestão de inventário para classificar itens em três, predefinidas e ordenadas, categorias: a categoria A detentora de itens muito importantes, a categoria B detentora de itens moderadamente importantes e a categoria C detentora de itens relativamente pouco importantes. A importância associada a cada categoria pode ser atribuída através de uma classificação, ponderada, de critérios como: custo anual, custo de encomenda, criticidade, tempo de entrega, obsolescência, sustentabilidade, requisitos de quantidade encomendada, entre outros em função da realidade de cada negócio. A avaliação resultante da ponderação dos critérios selecionados, coloca os itens melhor classificados (os melhores 5-10% de todos os itens) na categoria A, coloca os itens seguidamente classificados (20-30% de todos os itens) na categoria B, e coloca os itens de menor classificação (50-70%) na categoria C. Os autores apontam como principal objetivo desta análise a gestão eficaz de cada segmento de

itens, determinando qual política de controlo de inventário aplicar a cada categoria, podendo assim manter os custos de inventário sob controlo.

Além dos referidos custos, outros devem também ser considerados e medidos. Esta medição, através de indicadores de desempenho, permite um enquadramento de relevo da contribuição da manutenção, como função de suporte, para os objetivos estratégicos do negócio nomeadamente através de uma comunicação facilitada de finanças e decisões custo-efeito (Alsyouf, 2006). Muchiri *et al.* (2011) sugerem indicadores de desempenho de resultado (*lagging maintenance performance indicators*) relativos aos custos de manutenção, tais como:

- Custo direto de manutenção – descrito como o custo total associado quer à manutenção corretiva, quer à manutenção preventiva;
- Severidade da paragem – descrita como a parte, do custo direto de manutenção, afeta apenas à paragem produtiva;
- Incidência de manutenção – descrito como o custo de manutenção por unidade de produto, por lote;
- Percentagem do custo de manutenção no custo produtivo – descrita como a parte, do custo total de produção, respeitante ao custo de manutenção;
- Valor de reposição do equipamento – descrito como a parte, do valor do novo estado do equipamento, que equivale ao custo de manutenção;
- Custo percentual do pessoal – descrito como a parte, do custo total de manutenção, associada ao custo de mão-de-obra;
- Custo percentual de subcontratações – descrito como a parte, do custo total de manutenção, correspondente a despesas com subcontratações;
- Custo percentual de consumíveis – descrito como a parte, do custo total de manutenção, que respeita aos gastos em consumíveis.

Estudando e agindo em torno dos custos de manutenção, principalmente em indústrias com elevado impacto das paragens produtivas, é possível transpor a visão da manutenção como fonte de custos para uma função geradora de lucro (Alsyouf, 2006). Sendo que a manutenção, e paragem produtiva respetiva, está intrinsecamente associada ao funcionamento dos equipamentos industriais e, como tal, acontece quer planeada quer

corretivamente, as organizações devem primar para que aconteça, na maioria das vezes, de forma planeada. Assim, é afirmada a gestão da manutenção.

2.3 Total Productive Maintenance

A gestão da manutenção pode ser abordada de várias formas. A metodologia *Total Productive Maintenance* (TPM) é uma delas.

O conceito de abordagem planeada da manutenção preventiva surgiu nos Estados Unidos da América, porém a sua prática foi inicialmente introduzida no Japão nos anos 1950s. Seiichi Nakajima é reconhecido como pioneiro no desenvolvimento de uma manutenção preventiva e produtiva, baseada no tempo, predição e condição de funcionamento dos equipamentos, denominada por manutenção produtiva total (TPM) (McCarthy & Rich, 2015).

Singh *et al.* (2013) descrevem os oito pilares da implementação do programa TPM:

- Manutenção autónoma, o pilar que é baseado no conceito de que se os operadores, de determinada máquina, realizarem pequenas intervenções de manutenção permite que o pessoal especializado da manutenção se dedique a tarefas mais técnicas e de maior valor acrescentado. Assim, os operadores tomam responsabilidade por cuidados diários nos equipamentos que operam, prolongando o seu bom estado através de simples ações como limpeza, lubrificação, inspeção, ajustes e apertos, entre outras que o seu nível de competência e liberdade no tipo de intervenção assim o permitam. Este pilar assenta sobre o objetivo de se obter um funcionamento dos equipamentos livre de paragens não planeadas, versatilidade e flexibilidade dos funcionários e eliminação de defeitos na origem através de uma participação ativa e interessada. Em termos de abordagem prática, devem ser salientados fatores chave como o sentido de responsabilidade e até mesmo de propriedade do operador perante o “seu” equipamento, a disponibilidade de manuais, instruções de intervenção e comunicação claras e facilitadas ao nível do chão de fábrica e, a implementação de listas de verificação que orientem e uniformizem o processo de manutenção (Chlebus *et al.*, 2015);

- Manutenção planeada, o pilar que procura as plenas condições de operação dos equipamentos produtivos através da prevenção de ocorrência de falhas, que poderiam levar a paragens produtivas indesejadas ou à produção de componentes com qualidade inferior ao nível de satisfação do cliente. A proatividade desta abordagem permite um planeamento calmo e refletido das intervenções de manutenção, permite a formação e transmissão de

conhecimento multidirecional, permite alcançar e elevar a disponibilidade dos equipamentos, permite programar a manutenção para uma otimização dos custos de intervenção, permite uma melhoria da fiabilidade e dos ativos físicos, permite a monitorização e predição de necessidades de intervenção, permite a recolha e tratamento de informação relativa a aspetos críticos de manutenção, permite a redução de falhas, paragens indesejadas e avarias, e permite um aprovisionamento estudado e atempado de itens sobressalentes;

- Melhorias específicas, o pilar que é suportado pela ideia de que uma grande quantidade de pequenas melhorias pode alcançar um impacto igual ou superior, a nível organizacional, a uma pequena quantidade de melhorias de grande valor. Esta ideia invoca assim a filosofia *Kaizen*, também conhecida por “melhoria contínua”, que envolve a implementação de pequenas melhorias de forma contínua, cíclica, sistemática, normalizada e escaladora, levando a grandes efeitos, onde pessoas de todos os níveis das organizações podem e devem participar. O objetivo é a redução de desperdícios que representem perdas de eficiência, tais como pequenas paragens, realização de medições, realização de ajustes, defeitos, paragens inevitáveis, entre outros fatores desprovidos de acréscimo de valor (Mwanza & Mbohwa, 2015);

- Educação e formação, o pilar que defende a obrigatoriedade em dotar os colaboradores, de todos os níveis da organização, de conhecimentos e capacidades que permitam a realização das tarefas em concordância com os objetivos e necessidades estipulados para a implementação da metodologia TPM. O processo de aprendizagem pode tomar as mais variadas formas em função da indústria em questão, no entanto, sessões de explanação e sensibilização para o TPM, propriamente dito, são transversalmente aconselhadas, e formações em torno dos procedimentos de *set up* das máquinas para mudança de produção são muito comuns em indústrias produtoras. A transmissão de informação pode ocorrer de forma interna, ou seja, colaboradores são selecionados para formar outros em determinada área em que detenham conhecimento e/ou capacidades, mas também de forma externa, quando o ensino parte de entidades particulares ou coletivas externas à organização. Assim sendo, a formação pode ser recebida pela empresa de forma externa e posteriormente distribuída de forma interna paralelamente ao fluxo de conhecimento, também interno, entre colaboradores. A título de exemplo, no caso prático implementado pelos autores em “*Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study*”

(Singh *et al.*, 2013), os elementos do departamento da qualidade são instruídos semanalmente acerca de metodologias de controlo da qualidade e instrumentos de medição, a partir dos quais transmitem as noções mais práticas aos operadores de chão de fábrica;

- Gestão da qualidade do processo, o pilar que procura entregar produtos de máxima qualidade junto do cliente por forma a alcançar a sua satisfação. Para tal, devem ser identificados os parâmetros produtivos que influenciam a qualidade dos produtos, e de que forma esta influência ocorre, através de ensaios monitorizados onde são manipuladas as condições de produção permitindo estabelecer relações de causa-efeito, bem como previsões. Assim, podem ser aplicadas modificações nos processos e/ou ativos físicos que venham eliminar a ocorrência de defeitos na sua fonte, elevando as condições *standard* de produção para um patamar de qualidade superior. A principal ideia por trás deste pilar é a promoção da transição “do controlo da qualidade para a garantia de qualidade”;

- Gestão de novos equipamentos, o pilar direcionado para a integração de novos ativos físicos, de forma estudada, gerida e controlada, no processo produtivo levando à otimização da sua manutibilidade e eficiência. Aquando da identificação da necessidade de novos equipamentos, e aprovação da compra dos mesmos, a empresa deve planejar todo o seu ciclo de vida, desde a escolha estudada do modelo a comprar até à sua venda, ou inoperação seguida de desmantelamento legal. Parte do planeamento do ciclo vida deve focar a sua inserção no contexto atual do processo, através de uma identificação do *layout* produtivo atual, seus pontos fortes e pontos fracos, e de uma idealização de possíveis *layouts* que levem a uma redução de movimentações, tempos de operação, stocks em espera, entre outros desperdícios. Ou seja, é possível olhar para a necessidade de novos equipamentos como uma oportunidade para um *redesign* do processo. A ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM, Mapeamento de Cadeia de Valor) pode ser uma mais valia na caracterização do estado atual vs ideal, auxiliando estas tarefas (Chen & Liao, 2005);

- Segurança e meio ambiente, o pilar que tem como propósito a criação e manutenção de um ambiente de trabalho, e meio envolvente, não afetados negativamente por qualquer atividade promovida direta ou indiretamente pela organização. Para tal devem ser seguidas, não apenas as disposições legais, mas as melhores práticas no que respeita a segurança, saúde e meio ambiente, defendendo e promovendo de forma pró-ativa o bem-estar de todos os colaboradores e sociedade em geral. Objetivos como zero acidentes, zero danos à

saúde e zero danos ambientais, devem ser prosseguidos através de projeto, formação e educação. Uma visão holística sobre este pilar permite identificar a conversão destas medidas em sustentabilidade a curto, médio e longo prazo. Através de exemplos como a relação entre a saúde dos colaboradores e a redução do absentismo, e entre a aplicação de medidas ecológicas e aumento de eficiência de processos, é possível demonstrar a importância deste pilar até na redução de custos (Chlebus *et al.*, 2015);

- TPM em áreas administrativas, o pilar que é baseado nos demais pilares e que deve ser levado a cabo para melhorar a eficiência e produtividade das funções administrativas, para que possam acompanhar e suportar as melhorias aplicadas na área produtiva. Para tal, devem ser analisados procedimentos passíveis de serem automatizados, simplificados e integrados, reduzindo tempos de processamento, custos legais, custos de gestão de contas, custos em *marketing*, custos associados a inventários, perdas em comunicação, perdas de eficácia, falhas de equipamentos e/ou sistemas administrativos, falhas de canais de comunicação, e tempos de rastreamento de informação. A recolha, análise e transmissão de informação, que suporta o processo produtivo e sua melhoria, deve ser leve e eficiente para que o processo administrativo não acabe por prejudicar a produção, desvirtualizando assim a ideologia por trás da metodologia TPM. Como exemplo, no caso em estudo pelos autores no artigo *“Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study”* (Singh *et al.*, 2013), a utilização do software “MS Excel” permitiu elevados ganhos de tempo no processamento da informação mensal relativa ao processo de manutenção. Assim, os oito pilares descritos sustentam a implementação, manutenção e melhoria da metodologia TPM, formando a figurativa “casa TPM” (figura 2).

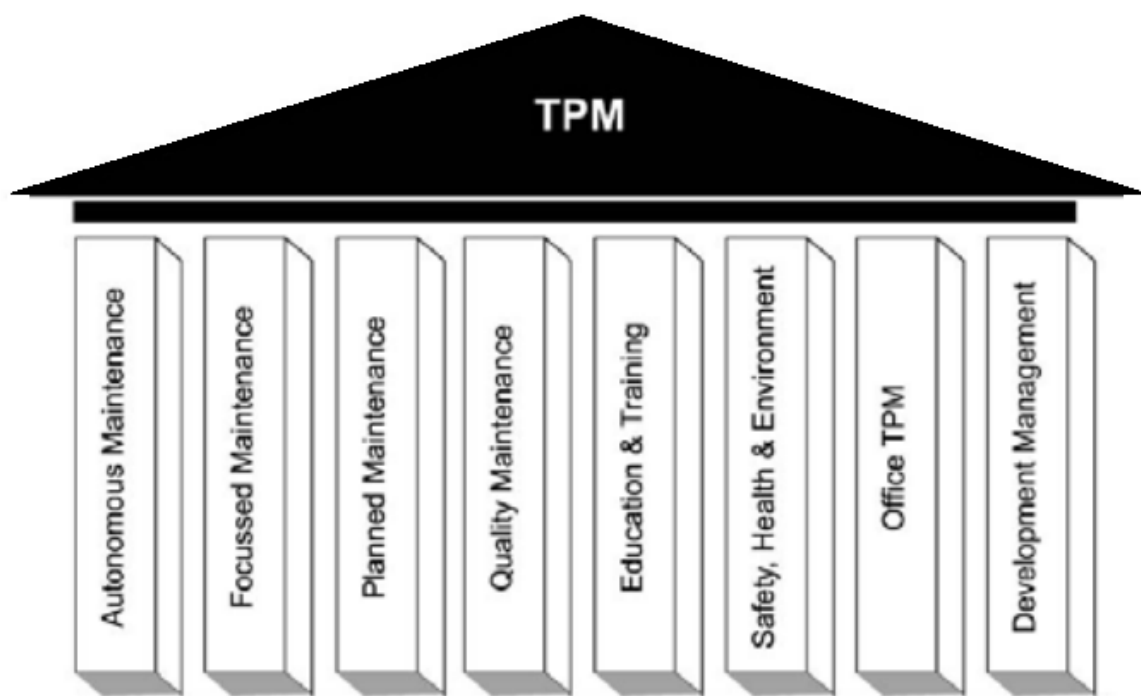


Figura 2: Pilares TPM (Singh *et al.*, 2013).

O TPM, de acordo com Basu (2013), acaba por ser uma manutenção de carácter produtivo acrescida do envolvimento de todos os funcionários de determinada empresa através de pequenas atividades de grupo, do compromisso em manter os seus processos e equipamentos ao nível máximo de produtividade, da cooperação e interação de todos os setores da organização, e da valorização da mão-de-obra humana.

O que vai de encontro aos cinco fatores críticos de sucesso identificados pelo Instituto Japonês de Manutenção Industrial (*Japan Institute of Plant Maintenance*) para colher benefícios da implementação do modelo TPM numa organização:

- maximização da eficiência dos equipamentos;
- desenvolvimento de um sistema de manutenção produtiva para o ciclo de vida do equipamento;
- envolvimento de todos os departamentos que planeiam, desenham, utilizam ou mantêm equipamentos;
- envolvimento ativo de todos os funcionários desde a gestão de topo até ao chão de fábrica;
- promoção do TPM através da gestão da motivação: atividades de pequenos grupos autónomos (McCarthy & Rich, 2015).

Uma implementação bem sucedida da metodologia TPM deverá ter por objetivo alcançar zero quebras, zero defeitos, zero acidentes e zero desperdício. Em consequência, a eficiência dos equipamentos e operações melhora, os custos são reduzidos, o inventário pode ser minimizado e a produtividade geral aumenta (Bakri *et al.*, 2012).

Em suma, a implementação de um programa TPM deve ser total na abrangência de todos os indivíduos desde o chão de fábrica até à gestão de topo, deve primar por uma produtividade enxuta de qualquer tipo de desperdício que não acrescente valor na missão de atingir ou superar as expectativas do cliente, e deve levar à manutenção contínua de equipamentos e instalações em condições de funcionamento equivalentes ou superiores às originais (Mwanza & Mbohwa, 2015).

2.4 O Lean e o Kaizen

A metodologia *Total Productive Maintenance*, como referido no subcapítulo anterior, utiliza muito das práticas *Kaizen*, vulgo, melhoria contínua. Esta filosofia surge associada à produção *Lean*.

O pensamento *lean* surgiu no seio da organização *Toyota Motor Corporation* através do sistema de produção *Toyota Production System (TPS)* que se expandiu além das fronteiras da empresa que o nomeia acabando por se tornar no *Lean Production*. Inicialmente, este sistema de produção tinha como foco a retenção de produtos não conformes na fonte do defeito por forma a que este não se propagasse na cadeia de valor, transferindo a responsabilidade pela inspeção dos especialistas da qualidade para todos os colaboradores. Posteriormente, atendendo a políticas de sustentabilidade e eficiência, a produção puxada veio tomar o lugar da produção baseada em previsões, sendo que, neste novo sistema os produtos são concebidos, idealmente, apenas quando necessários para satisfazer um pedido de cliente, daí o nome “*Pull Production*” ou “*Just-in-Time Production*”. Um sistema puxado requer uma pequena quantidade fixa de materiais disponíveis para satisfazer os pedidos de clientes, quer internos quer externos, de forma imediata. A ação de reduzir stock para atender a necessidade do cliente desencadeia um pedido (*kanban*) de reposição ao posto de trabalho anterior que por sua vez realizará um pedido ao seu posto de trabalho anterior e assim sucessivamente, criando um fluxo de informação num sentido que provoca um fluxo de materiais no sentido oposto até à reposição da quantidade fixa de stock disponível para satisfação do cliente. Este sistema de produção puxada, por conceito, dispensa a existência de stocks entre postos de trabalho, uma vez que estes quebram o fluxo de informação de necessidade de reposição (McCarthy & Rich, 2015). Além disso, elevados níveis de stock entre postos de trabalho ao permitirem satisfação imediata das operações acabam por esconder produção não conforme, desnivelar produção entre postos de trabalho e aumentar o tempo de atravessamento do processo, sendo que não acrescentam valor ao mesmo mostrando-se assim como um desperdício. A produção *Lean* foca a eliminação deste desperdício, bem como de outros que não concebam, mantenham ou produzam valor acrescentado, resumindo-os em desperdícios sob a forma: de retrabalho; de sobreprodução, de espera; de tempo de ciclo; de sobreprocessamento; de inventário; e de movimento. As referidas fontes de desperdício produtivo estão também relacionadas com a disponibilidade dos ativos físicos, sendo influenciadas pelas suas quebras e mau funcionamento que resultam em variação produtiva, produtos de baixa qualidade e não cumprimento de prazos. Assim, “uma gestão da manutenção sistemática e estratégica, tal como a definida pelo TPM,” ajuda o sucesso de uma produção *Lean* atacando alguns dos desperdícios na sua fonte (Bakri *et al.*, 2012).

2.5 A Avaliação do Desempenho (Indicadores)

A medição do desempenho é essencial para a gestão, sendo que, indicadores de desempenho corretamente definidos permitem ilustrar a performance produtiva corrente, ilustrar a performance desejada, identificar falhas de desempenho, suportar a implementação e avaliação de estratégias de melhoria, e facilitar a comunicação entre diferentes áreas organizativas (Muchiri *et al.*, 2011).

Em acréscimo, o ato de medir, quantificar, e qualificar pode surgir como ferramenta auxiliar na quebra da dificuldade em atribuir relações entre o desempenho de funções, como a manutenção, e o seu impacto no processo produtivo e conseqüentemente nos quadros financeiros. Sendo que esta dificuldade surge da dualidade entre o aumento das ações de manutenção e o conseqüente decréscimo do tempo produtivo, que perante os gestores de topo pode ser vista como uma fonte de custos no lugar de um acréscimo de valor. Assim sendo, devem ser definidos indicadores de desempenho que permitam demonstrar isolada e claramente a evolução de medidas fruto da implementação de determinadas metodologias de gestão da manutenção (Singh *et al.*, 2013).

Muchiri *et al.* (2011), perante a necessidade de monitorizar, controlar e gerir o desempenho da produção, apontam alguns indicadores de desempenho do processo (*leading performance indicators*), ou seja, de natureza contínua. Sendo seguidamente apresentados alguns indicadores comumente utilizados em manutenção, e suas expressões de cálculo (Muchiri *et al.*, 2011):

Equação 1

$$\text{Taxa de intensidade de planeamento (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de intervenções planeadas}}{\text{n}^\circ \text{ de intervenções}};$$

Equação 2

$$\text{Qualidade da calendarização (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de intervenções atrasadas por material/mão-de-obra}}{\text{n}^\circ \text{ de intervenções}};$$

Equação 3

$$\text{Taxa de cumprimento da calendarização (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de intervenções realizadas dentro do tempo estipulado}}{\text{n}^\circ \text{ de intervenções}};$$

Equação 4

$$\text{Tempo médio de reparação (Mean Time To Repair)} = \frac{\text{tempo de paragem do equipamento}}{\text{n}^\circ \text{ de avarias}};$$

Equação 5

$$\text{Taxa de utilização de mão-de-obra (\%)} = \frac{\text{horas-homem despendidas em intervenções}}{\text{horas-homem disponíveis}};$$

Equação 6

$$\text{Eficiência da mão-de-obra (\%)} = \frac{\text{tempo alocado para intervenções}}{\text{tempo consumido em intervenções}};$$

Equação 7

$$\text{Execução de ordens de trabalho (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de intervenções completas}}{\text{n}^\circ \text{ de intervenções}};$$

Equação 8

$$\text{Qualidade de execução (\%)} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de intervenções que requerem retrabalho}}{\text{n}^\circ \text{ de intervenções}}.$$

Segundo os autores, as medidas tomadas com efeito direto nos indicadores de processo são refletidas nos indicadores de desempenho de resultados (*lagging performance indicators*), ou seja, indicadores de natureza retrospectiva e, por isso, mais difíceis de influenciar diretamente do que os anteriores. Os indicadores de resultado, sugeridos por Muchiri *et al.* (2011), mais frequentemente utilizados, em manutenção, e suas expressões são abaixo apresentados:

Número de falhas – indica o número de falhas, classificadas pelas suas consequências;

Equação 9

$$\text{Frequência de falha} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de falhas}}{\text{unidade de tempo}};$$

Equação 10

$$\text{Tempo médio entre falhas (Mean Time Between Failure)} = \frac{\text{tempo apto para funcionamento}}{n^{\circ} \text{ de falhas}};$$

Equação 11

$$\text{Disponibilidade (\%)} = \frac{\text{tempo apto para funcionamento}}{\text{tempo com equipamento entre portas}}.$$

Assim, a medição do desempenho ao nível de equipamentos, ou ao nível de processos, demonstra-se como um meio de defesa da função manutenção tornando visível o impacto das suas vantagens e alterando a visão de “fonte de custos” para “função geradora de lucro” (Alsyouf, 2006).

A medição utilizada de forma mais abrangente para avaliação do sucesso da implementação da metodologia TPM é o indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), que se subdivide em três fatores: taxa de disponibilidade; taxa de desempenho; e taxa de qualidade (Singh *et al.*, 2013).

A taxa de disponibilidade contabiliza perdas sob a forma de tempo de paragem, considerando ocorrências que levem à interrupção da produção planeada por intervalos de tempo consideráveis, como falhas de equipamento, falta de material e operações de *setup* e/ou ajustes. Pode ser calculada por (Mwanza & Mbohwa, 2015):

Equação 12

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Total} - \text{Tempo de Paragem}}{\text{Tempo Total}} * 100$$

A taxa de desempenho contabiliza perdas de velocidade, considerando fatores que levem o processo a operar abaixo da sua possível velocidade máxima, como pequenas paragens, condições dos equipamentos e condições dos materiais processados. Pode ser calculada por (Mwanza & Mbohwa, 2015):

Equação 13

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Quantidade Produzida}}{\text{Quantidade Possível de Produção}} * 100$$

A taxa de qualidade contabiliza perdas de qualidade, considerando unidades produzidas não conformes, incluindo peças que carecem de retrabalho e rejeições de início de processo. Pode ser calculada por (Mwanza & Mbohwa, 2015):

Equação 14

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Produtos Conformes}}{\text{Produtos Totais}} * 100$$

Assim, o OEE pode ser calculado por (Mwanza & Mbohwa, 2015):

Equação 15

$$\text{OEE} = \frac{\text{Disponibilidade}}{100} * \frac{\text{Desempenho}}{100} * \frac{\text{Qualidade}}{100} * 100$$

O OEE é um indicador de natureza majorante, sendo que é desejado que tome o maior valor possível.

Uma avaliação realizada antes e depois da implementação da metodologia TPM permite analisar os seus resultados quer de forma holística, quer de forma desdobrada em disponibilidade, desempenho e qualidade permitindo isolar, através de relações causa-efeito, as implementações com maior impacto e oportunidades de melhoria para próximas ações (Sing *et al.*, 2013).

3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este capítulo apresenta a entidade estágio onde se realizou o projeto que originou a presente tese de dissertação.

Inicialmente, é realizada uma breve exposição do grupo empresarial no qual se contextualiza o trabalho a realizar, sendo posteriormente caracterizado o processo alvo desse trabalho.

3.1 Grupo Polopique

O grupo Polopique foi fundado em 1996 para fabricar e comercializar peças de vestuário, surgindo sustentado por um prévio *know how* dos fundadores em indústria têxtil.

Para estratégia de crescimento do grupo foi escolhida uma integração vertical do ciclo produtivo de toda a cadeia de valor desta indústria, desde o algodão em matéria-prima até peças de roupa acabadas, detendo processos de fiação, tecelagem, confeção, pesquisa e desenvolvimento, e inovação e design (website www.polopique.pt, em 31/08/2018).

No seio deste grupo, a empresa acolhedora desta dissertação é a Polopique – Comércio e Indústria de Confecções, S.A situada em Rua da Baiona 142, 4795-784 Vilarinho, Santo Tirso, detentora do processo de fiação, alvo deste trabalho.

3.2 Processo de Fiação

O processo de fiação situa-se no início da cadeia de valor da indústria têxtil e é responsável pela transformação de fibras, sob a forma de rama, em fita, mecha, e finalmente em fio.

As fibras são materiais finos e alongados de corpo contínuo ou cortado. São classificadas, em função da sua origem, por naturais, artificiais ou sintéticas.

Fibras naturais são extraídas diretamente da natureza e podem ter origem vegetal ou animal. As fibras de origem vegetal podem ser extraídas de sementes, caules ou folhas, enquanto as fibras de origem animal podem surgir sob a forma de pelo ou de matéria expelida por insetos para formação de estruturas.

Fibras artificiais são produzidas pelo ser humano com recurso a matéria-prima presente na natureza.

Fibras sintéticas são obtidas através de processos petroquímicos, tratando-se de materiais poliméricos.

A fiação compreende as etapas de abertura, limpeza, mistura, cardagem, laminação, penteado, estiragem, torção e bobinagem. Quando finalizadas estas etapas, o fio pode opcionalmente ser submetido a operações de tinturaria.

Na abertura são consumidas fibras sob a forma de fardos (exemplo de um fardo de algodão na figura 3), sendo que estes são rasgados em flocos que são aspirados por um circuito de ventilação que transporta as fibras de máquina em máquina até à cardagem. No início deste circuito as fibras são sujeitas a remoção de corpos estranhos que possam surgir entre a matéria-prima e são limpas de impurezas mais finas, posteriormente existe a mistura das fibras limpas por forma a garantir uma homogeneização da sua distribuição conferindo uniformidade do material ao longo do processo até à obtenção de um produto final conforme.



Figura 3: Fardo de algodão cru.

Concluídas as etapas de abertura, limpeza e mistura, o circuito de ventilação conduz as fibras para a cardagem onde é promovida a passagem dos flocos de fibras entre dois

cilindros, cobertos por pequenas agulhas inclinadas denominadas por *flats*, com sentidos de rotação opostos. Este movimento, agora mecânico, leva a que as fibras sejam novamente limpas de suas impurezas, sejam livres de fibras mais curtas, sejam paralelizadas, desembaraçadas, e sofram a primeira fase de estiramento, formando assim um véu (figura 4) que passando por um crivo toma a forma de fita (figura 5).

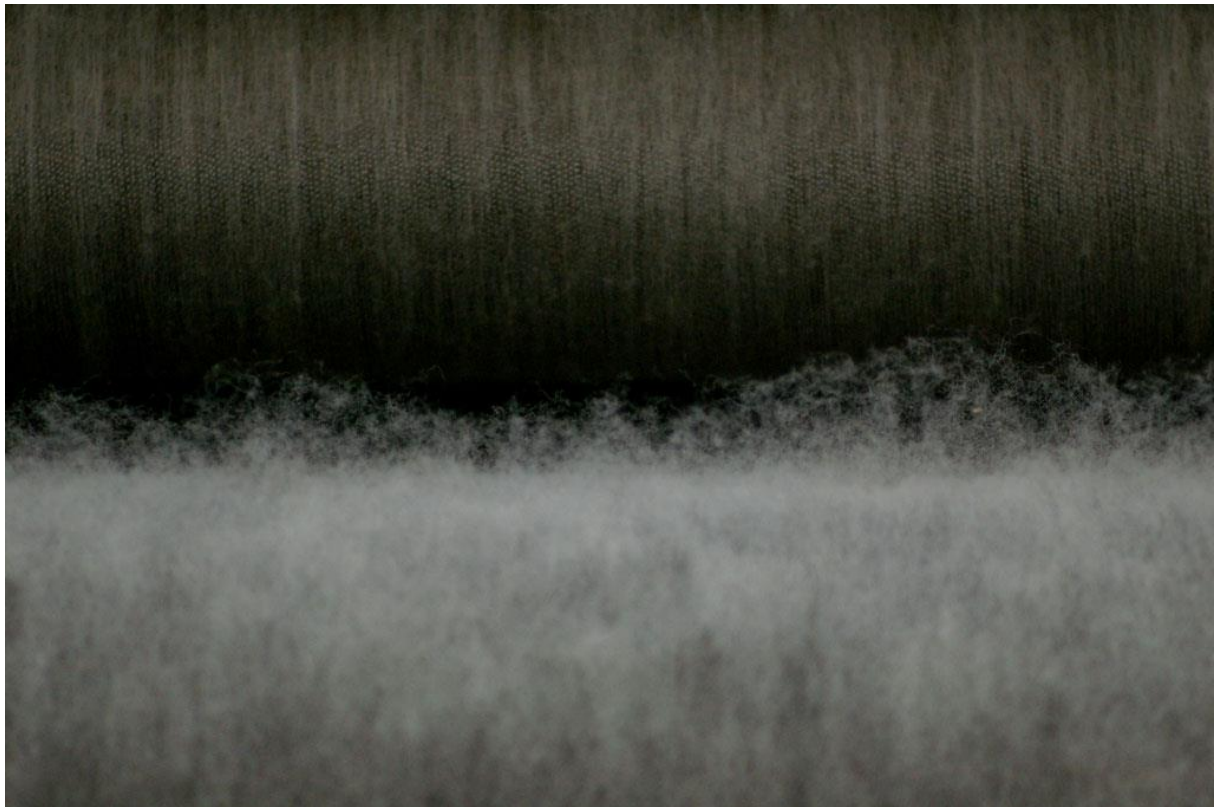


Figura 4: Fibras de algodão sob a forma de véu, em processo de cardagem.

A fita saída da cardagem é transportada em latas para a primeira passagem de laminação, onde ocorre um estiramento que atribui determinada dimensão à secção transversal da fita. Este estiramento é função do diâmetro pretendido para o produto final, o fio, uma vez que ao longo do processo de fiação as fibras são sujeitas a várias etapas de estiramento para que se aproximem gradualmente da dimensão desejada.

Finda esta etapa, se a fibra em questão for algodão, ele pode ser penteado para remoção de fibras curtas elevando assim o nível de qualidade do produto.



Figura 5: Fibras de algodão sob a forma de fita, em lata de transporte entre máquinas.

Sujeitas ou não a penteado, as fitas seguem para a segunda passagem de laminação, onde ocorre outra etapa de estiragem afinando, agora de forma regulada, o diâmetro da fita. Assim, as fitas estão prontas para serem convertidas em mecha (figura 6) através da aplicação de mais estiragem e de alguma torção.



Figura 6: Fibras sob a forma de mecha, em carretos.

Os carretos com mecha alimentam a penúltima etapa deste processo, onde ocorrem a estiragem e a torção finais, que conferem resistência à tração e consistência, originando o fio (figura 7) com a densidade linear desejada da sua massa de fibras.



Figura 7: Fio, em canelas.

Para finalizar, as canelas de fio seguem para a bobinagem onde este é repassado para cones (figura 8), alcançando assim o produto final pronto para percorrer a restante cadeia de valor

da indústria têxtil. É de salientar que, opcionalmente, o fio pode ser sujeito a um processo de vaporização e/ou de tinturaria em função do seu destino.



Figura 8: Cones de fio.

4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DA SITUAÇÃO INICIAL

No presente capítulo é descrita e analisada a situação, no que respeita à manutenção, encontrada aquando do início da presente dissertação. A entidade acolhedora detém ativos físicos e meios para realizar a sua manutenção que são aqui examinados, procurando criar uma base que sustente oportunidades de melhoria no âmbito da metodologia TPM.

4.1 Equipamento

O conhecimento do processo de fiação deve ser acompanhado pelo conhecimento da maquinaria que o sustenta e do papel que cada equipamento toma. Assim sendo, na tabela 2 são apresentadas as máquinas existentes na empresa, sua função e relações a montante e jusante:

Tabela 2: Máquinas e respetivas funções.

Máquina	Função
Abridor	Rasgar e recolher fibras em rama, através de uma lâmina sem-fim e de aspiração.
Expulsor	Separar resíduos de maior peso das fibras, por ação da gravidade, e assegurar contra o risco de incêndio através de deteção de metais.
Pré-limpador	Remover impurezas de menor peso presentes, recorrendo a cilindros guarnecidos por dentes que batem as fibras.
Misturadora	Homogeneizar a distribuição das fibras, misturando-as em câmaras sequenciais.
Detetor	Detetar e separar corpos estranhos às fibras por identificação digital de cor.
Silo	Regular o fluxo de alimentação de fibra na(s) carda(s).
Carda	Cardar, tornando flocos de fibras em fita,

	preparada para as seguintes etapas do processo.
Laminador	Estirar e paralelizar as fibras.
Enroladeira	Transferir as fitas provenientes do laminador, transportadas em latas, para rolos de alimentação da penteadeira.
Penteadeira	Remover fibras curtas, e finas impurezas, conferindo maior qualidade às fibras em processo. A fibra é devolvida novamente sobre a forma de fita.
Laminador 2ª passagem	Estirar, paralelizar e regular a densidade linear das fitas de fibras.
Torce	Estirar e torcer as fitas, tornando-as em mecha.
Contínuo	Torcer e estirar a mecha, alcançando a densidade linear programada, resultando fio.
Bobinadeira	Bobinar e parafinar, se definido, o fio para cones. Assim constituindo o produto final.

A breve apresentação dos equipamentos na tabela anterior, permite idealizar a sua ação no processo de fiação.

Estando este processo configurado em linha, todos os ativos físicos influenciam diretamente os restantes e o processo. No entanto, a carda, o laminador, a penteadeira, o laminador de segunda passagem, o torce, o contínuo e a bobinadeira possuem equipamentos semelhantes em paralelo, o que permite flexibilidade no planeamento produtivo, no planeamento da manutenção e na reação a paragens não planeadas.

No contexto desta realidade a empresa dispõe de recursos humanos, materiais e financeiros alocados à função manutenção. Dos referidos recursos humanos fazem parte quatro colaboradores: um com competências mecânicas, dois afinadores e um com competências eletrotécnicas.

4.2 Estado Inicial da Manutenção

No processo de fiação, um processo realizado inteiramente por máquinas em que a mão-de-obra apenas garante a alimentação e funcionamento dos equipamentos, a manutenção demonstra-se fulcral.

No caso em estudo, nesta dissertação, existe consciência da importância da manutenção e existe um histórico de experiência partilhada de colaborador para colaborador, bem como um desenvolvimento capaz de acompanhar a evolução dos equipamentos.

4.2.1 Procedimentos

No departamento de fiação existe uma equipa de quatro pessoas responsáveis pela manutenção mecânica e elétrica dos equipamentos. Esta equipa, composta por um mecânico, um electricista e dois afinadores, atua de forma reativa, perante falhas inesperadas de operação, e atua de forma preventiva executando intervenções nos ativos físicos em intervalos ditados pelas suas horas de produção, possíveis de consultar no próprio equipamento.

As intervenções reativas acontecem prescindindo de um fluxo estandardizado de informação, ou seja, em caso de falha no funcionamento de um ou mais equipamentos a ordem de reparação é transmitida de forma informal, meramente verbal entre colaboradores, sendo ordenada pelo chefe de produção da fiação.

As intervenções preventivas também não dispõem de procedimentos de fluxo de informação, de modo que os colaboradores responsáveis pela manutenção têm de ir consultando as horas de produção das máquinas até alcançar, ou ultrapassar, a hora prevista da ação de manutenção. Neste aspeto, os referidos operadores têm autonomia sobre o trabalho a realizar desde que o informem verbalmente ao chefe de produção, que gere o impacto das intervenções no fluxo produtivo. Estas intervenções acontecem reguladas por um único intervalo de tempo (de funcionamento do equipamento) e cobrem algumas operações de manutenção.

Os procedimentos de gestão de peças sobressalentes estão a cargo do chefe de produção e são realizados com base na experiência e sensibilidade deste colaborador, que também extrai alguma informação dos manuais dos equipamentos e faz stock de itens que sabe mais críticos.

Os referidos manuais do fornecedor, de todos os equipamentos, indicam quais os vários intervalos sugeridos, em horas de funcionamento da máquina, em função das tarefas a realizar. Englobando tarefas de limpeza, lubrificação e controlo, com procedimentos associados. Sendo que as ações de controlo também estão associadas à gestão de peças sobressalentes, existindo sugestões de avaliação e/ou troca de itens em função do seu tempo de operação.

Finalizando, é de salientar que os procedimentos de trabalho e organização da oficina consistem essencialmente na atribuição de locais e procedimentos específicos, quer para realização de tarefas, quer para alocação de material:

- No que respeita à realização de tarefas existem duas mesas específicas, uma onde são realizados trabalhos em metal, como soldadura, remoção de material e quinagem, e outra onde são realizados os restantes trabalhos necessários;
- Quanto à alocação de material, as ferramentas de menor dimensão são penduradas numa parede ilustrada com as suas formas para um correto posicionamento e para controlo dos itens que não se encontram no seu local, os restantes equipamentos são colocados em estantes, de forma informal, respeitando os locais habituais.

4.2.2 Registos

Em termos de registo, quer nas ações reativas, quer nas preventivas, são anotadas as substituições de componentes, se for o caso, a data, e a hora de funcionamento do equipamento em que acontece a intervenção.

Através do registo da hora de funcionamento da última intervenção, é possível saber quando deve acontecer a próxima. Alcançada a hora de funcionamento em que é suposto acontecer uma intervenção preventiva, se o equipamento estiver inserido numa determinada produção em curso a intervenção terá de ser adiada podendo alcançar mais do dobro do tempo de operação definido como intervalo de manutenção.

Os registos de intervenções de manutenção não são processados, servindo apenas como recurso de consulta. Assim, não existe obtenção de indicadores de desempenho.

4.2.3 TPM

Olhando o estado inicial através da metodologia TPM, essencialmente no que respeita aos pilares de manutenção autónoma e manutenção planeada, a realidade é seguidamente descrita.

Quanto à manutenção autónoma, os operadores de cada máquina são designados para realizar uma limpeza superficial por turno. É de salientar que os colaboradores responsáveis pela operação dos equipamentos trabalham divididos por quatro turnos diários de seis horas, sendo que o primeiro turno funciona das 00:00 até às 06:00 horas e os restantes sucedem-se por intervalos de seis horas. No processo de fiação, a limpeza dos equipamentos é muito relevante, uma vez que a existência de sujidade é constante e pode quebrar um feixe de fibras, em qualquer etapa do processo, provocando a paragem da máquina até que o operador emende o feixe de fibras unindo-o para que a operação da máquina possa ser retomada para o débito contínuo de material. No entanto, a limpeza diária nem sempre é uma realidade. Assim, apesar de existir consciência para a manutenção autónoma, esta não é devidamente regulada e controlada, levando a que não seja corretamente praticada;

Em termos de manutenção preventiva, como descrito nas anteriores subsecções, a realização de intervenções reguladas por um único intervalo de tempo de operação, englobando ações não definidas e entregues ao critério do colaborador que as realiza, e com a realização de um registo mínimo em relação à sua prática, demonstra-se como um estado pobre de manutenção planeada.

4.2.4 Análise de Dados

Por forma a conhecer as oscilações e os valores típicos de funcionamento de um equipamento, durante o mês Novembro de 2017 foram recolhidos bidariamente (início da manhã e final da tarde, dos dias semanais destinados ao estágio) os valores absolutos das horas de funcionamento e da produção (em quilogramas) de cinco penteadeiras. A escolha deste equipamento recai sobre a sua importância na qualidade atribuída ao material que influenciará a produção subsequente, bem como o produto final.

O tratamento dos dados recolhidos permitiu obter:

- A taxa de utilização (% , em horas de funcionamento por horas totais) calculada por:

Equação 16

$$\text{Taxa de utilização} = \frac{\text{horas de funcionamento (em determinado intervalo)}}{\text{horas totais (do referido intervalo)}} * 100$$

As horas de funcionamento são lidas no contador do software de cada equipamento que contabiliza o tempo em que a máquina promove débito de material. Sendo que qualquer paragem produtiva, de qualquer tipo, leva à paragem do contador. Assim, a taxa de utilização é sensível a pequenas paragens por quebra do feixe de material, a paragens manutentivas e a paragens deliberadas pela gestão da produção;

- E a produtividade (quilogramas por hora de funcionamento) calculada por:

Equação 17

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{quantidade produzida (kg, em determinado intervalo)}}{\text{horas de funcionamento (no mesmo intervalo)}}$$

Os referidos indicadores de desempenho dos equipamentos foram analisados, quer em escala relativa, ou seja, por intervalo de medição, quer em escala absoluta, ou seja, referente ao total do mês monitorizado. Os resultados, da penteadeira 2 (escolha arbitrária a título de exemplo) e gerais, são apresentados como exemplo nas figuras 9, 10 e 11:

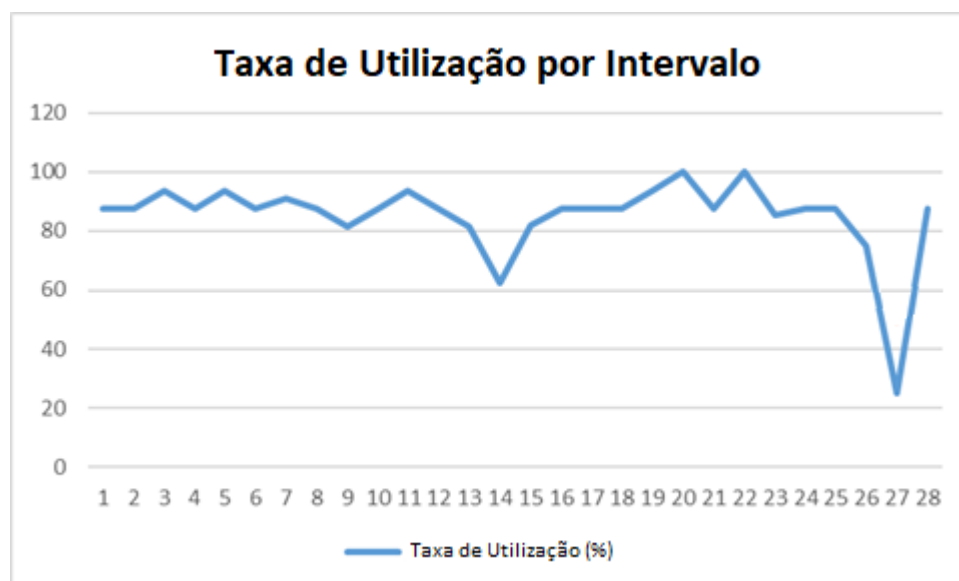


Figura 9: Gráfico de taxa de utilização da penteadeira 2, por intervalo de medição.

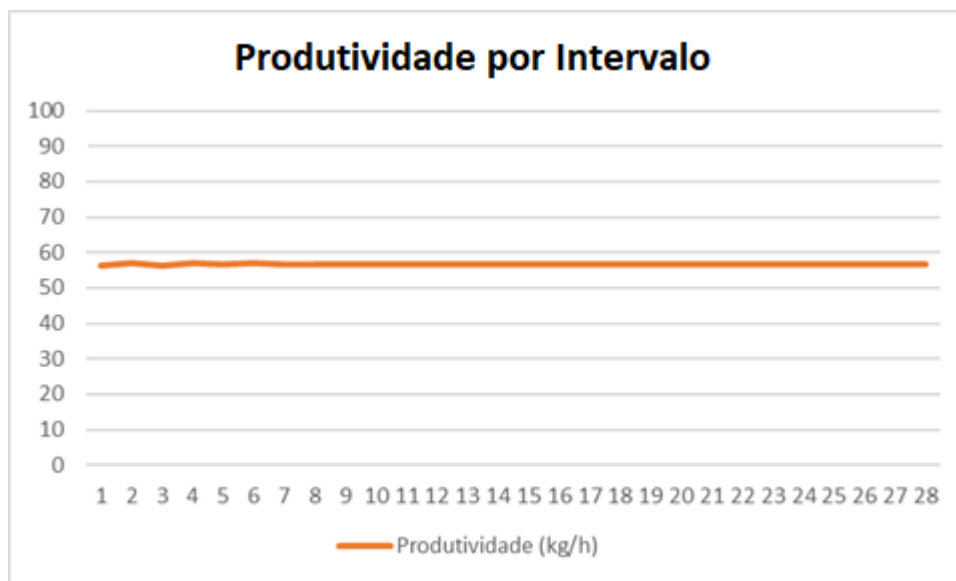


Figura 10: Gráfico de produtividade da penteadeira 2, por intervalo de medição.

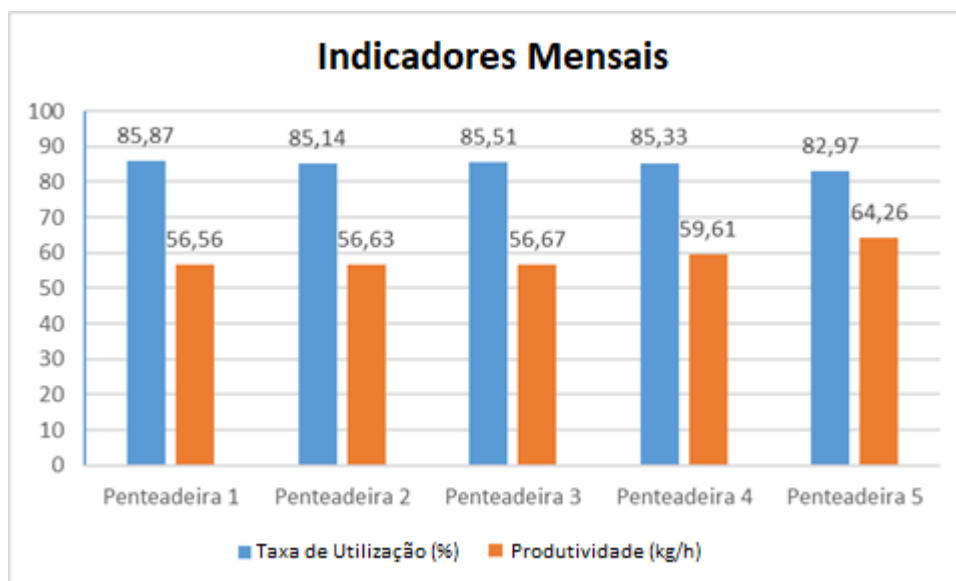


Figura 11: Gráfico de taxa de utilização e produtividade mensais das cinco penteadeiras.

A análise dos gráficos apresentados permite evidenciar a potencialidade do processamento da informação disponível, quer em termos de gestão da produção, quer em termos de gestão da manutenção. A título de exemplo, e ignorando alguma oscilação de valores devida ao erro associado à medição, na taxa de utilização relativa da penteadeira 2 é possível notar que nos pontos correspondentes aos intervalos de medição 14 e 27 existem quebras de utilização, sendo a quebra do ponto 27 superior. A quebra do ponto 14 é justificada por uma

intervenção de manutenção preventiva na máquina, que a fez parar por algum do tempo do intervalo de medição, já a quebra do ponto 27 é devida a uma paragem geral dos equipamentos para manutenção das infraestruturas, justificando o seu superior impacto.

Quanto ao gráfico que representa a produtividade, por intervalo de medição, da penteadeira 2, a curva apresenta um comportamento suave mantendo-se sempre próxima do mesmo valor. Demonstrando assim um comportamento constante.

Em termos mensais, é possível inferir que em cerca de 85% do tempo total mensal este equipamento esteve em produção, livre de paragens inesperadas devidas a falhas, ou paragens planeadas pela gestão da produção ou da manutenção. Os restantes 15% do tempo total mensal correspondem às quebras nos pontos 14 e 27 previamente justificadas e a pequenas paragens por quebra de feixe de material. É também possível concluir que, durante o mês em questão, a máquina produziu, em média, cerca de 57 quilogramas por cada hora em que operou.

Analisando o gráfico representativo dos valores médios mensais de taxa de utilização e produtividade gerais, todos os equipamentos demonstram números semelhantes entre si, com exceção da penteadeira 5 que apresenta uma produtividade ligeiramente superior às demais. Tal evento deve-se ao facto de esta penteadeira, em parte do período monitorizado, estar em produção de algodão semi-penteado, ou seja, a função da máquina é realizada de forma mais superficial, não garantindo tanta qualidade ao produto, mas levando a uma maior cadência no débito de material.

No exemplo escolhido, das máquinas monitorizadas durante o mês em questão, todos os parâmetros demonstram um normal comportamento e todos os valores mais desviados estão associados a uma causa que os justifiquem. No entanto, uma análise contínua e normalizada da informação futuramente disponibilizada pelos equipamentos poderia permitir detetar casos de mau funcionamento dos equipamentos e tendências que encaminhem nessa direção. É também importante salientar a potencialidade desta recolha na identificação e análise de quebras, por forma a possibilitar a redução de tempos de paragem produtiva, isolando relações causa-efeito para cada tipologia de paragem. Em acréscimo, esta análise disponibiliza os valores *standard* de funcionamento dos ativos físicos permitindo conhecer a sua, bem como a do processo, capacidade de resposta, para uma eficaz, eficiente e fundada gestão da produção e gestão da manutenção.

4.2.5 Síntese dos Problemas Iniciais Identificados

Em jeito de resumo, na presente subsecção são identificados os problemas referentes ao estado inicial da manutenção que podem ser convertidos em oportunidades de melhoria. Esses problemas são seguidamente identificados:

- Incumprimento das tarefas diárias de limpeza – apesar de existirem tarefas regulares de limpeza designadas, não existe nenhum controlo sobre estas o que acaba por levar a que nem sempre aconteçam;
- Limpezas regulares não normalizadas – os operadores estão conscientes que devem realizar tarefas regulares de limpeza, no entanto não têm procedimentos definidos para as realizar ficando assim as tarefas a seu critério, o que não garante eficácia na sua realização;
- Não recolha de dados de funcionamento – tendo os equipamentos informação disponível em relação ao seu funcionamento, demonstra-se como um desperdício não recolher e tratar esta informação em prol de uma possível melhoria na realização das suas funções;
- Inexistência de histórico associado aos equipamentos – a inexistência de um historial de funcionamento, falhas, intervenções, partes substituídas e observações referentes a um equipamento leva a que este não seja tratado de uma forma ótima, ou seja, podem existir desperdícios de recursos, eficiência, ou potencialidades de melhoria em torno de determinado equipamento sem que esse facto seja conhecido;
- Não recolha de dados de manutenção – o facto de não serem recolhidos dados em torno da manutenção, incluindo equipamentos e intervenções, não permite caracterizar o seu estado. Assim sendo não é possível aplicar melhorias a um sistema em que não é conhecido o seu estado, pois não pode ser traçada uma trajetória para o estado desejado sem ponto de partida;
- Ações de manutenção não planeadas – uma vez que as intervenções de manutenção de cada máquina ocorrem num único intervalo de tempo de operação não estão a ser atribuídas prioridades às diferentes necessidades do equipamento, sendo que existem procedimentos que devem ser realizados com mais regularidade que outros. A inexistência de um plano de manutenção com diferentes intervalos por equipamento leva a que o seu correto funcionamento seja colocado em causa;

- Inexistência de procedimentos de trabalho – o facto de não existirem procedimentos de trabalho definidos para as intervenções de manutenção leva a que estas aconteçam apenas de acordo com os conhecimentos do colaborador que as realiza. Sem tirar crédito à importância da experiência dos colaboradores, a inexistência de procedimentos definidos pode levar a que determinadas tarefas essenciais não sejam cumpridas ou sejam realizadas de forma errada colocando em risco o pleno funcionamento do equipamento;
- Não monitorização dos equipamentos – a inexistência de métodos de atenção e comunicação de suspeitas de funcionamento anormal pode levar à ocorrência de falhas na operação dos equipamentos que de outra forma seriam evitáveis.

Assim, apresentados os problemas identificados em relação à situação inicial da manutenção, seguem-se no próximo capítulo, sugestões de melhoria alinhadas com a sua potencial resolução.

5. SUGESTÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS

Conhecendo a descrita situação de funcionamento da manutenção na fiação, e atendendo à metodologia *Total Productive Maintenance*, são identificadas oportunidades de melhoria que foram triadas, maturadas, debatidas com os responsáveis por tal na empresa, e implementadas.

As referidas oportunidades de melhoria são idealizadas, e interpretadas, de acordo com três pilares da filosofia TPM: manutenção autónoma, manutenção planeada e melhorias específicas. Assim, estes pilares ditam a estrutura do corrente capítulo.

5.1 Manutenção Autónoma

Dada a manutenção autónoma existente, descrita no anterior capítulo, são identificadas as oportunidades de melhoria presentes na tabela 3.

Tabela 3: Problemas identificados com base na situação inicial vs. respetivas sugestões de melhoria.

Problema Identificado	Sugestão de Melhoria
Incumprimento das Tarefas de Limpeza Diária	Tendo em conta a importância do estado de limpeza constante dos equipamentos, as tarefas regulares de limpeza devem ser cumpridas e como tal, devem existir mecanismos de lembrete e controlo para que os operadores responsáveis não negligenciem a prática destas ações.
Limpezas Regulares Não Normalizadas	Para alcançar uma limpeza eficaz e uniforme, a ordem de limpeza isolada não é suficiente visto existirem diferentes máquinas com diferentes necessidades, e diferentes operadores com diferentes experiências e habilidades, assim sendo devem existir procedimentos standard direcionados para cada equipamento.

Recolha de Dados	Uma vez que os operadores responsáveis por estas atividades de limpeza devem reservar parte do seu tempo para esta prática, seria uma mais valia aproveitar o foco do operador na máquina para que este realizasse a recolha de valores, de horas de funcionamento e quantidade produzida do equipamento, acrescentando um tempo mínimo à atividade prestada.
------------------	---

Perante as oportunidades de melhoria identificadas, a leitura da parte dedicada à manutenção dos manuais de todos os equipamentos, e sua tradução em alguns dos casos, e a comunicação com os colaboradores, desde o *shop floor* à gestão, permitiram a elaboração de uma ficha mensal híbrida de manutenção autónoma, ou seja, uma ficha de registo combinada com uma ficha de instruções de trabalho.

Nesta ficha, exemplificada no anexo I e com seu cabeçalho apresentado na figura 12, devem ser registados o ano, o mês e o número da máquina em questão para identificação. A ficha encontra-se dividida em trinta e um dias mensais e quatro turnos de trabalho diários, sendo que as limpezas e os registos devem ser realizados diariamente pelo operador responsável pelo equipamento no início do turno referente, por forma a garantir que todas as operações de limpeza estejam igualmente espaçadas por intervalos fixos de seis horas. Assim, a limpeza é realizada quatro vezes por dia, em cada máquina, elevando a exigência de qualidade e de fluxo contínuo do processo. Ao obter dados referentes a quatro leituras diárias a informação é também mais específica e rastreável. Em termos de recursos humanos, a capacidade é suficiente para uma atividade de limpeza e registo por turno, tendo em conta que se trata de operações breves e superficiais.

Mês	Ano	Penteadeira		Turno 1				Turno 2				Turno 3				Turno 4			
Dia	Hora	40.1-Hora (máquina)	Produção (kg)-10.1	Limpeza (Nome)	Hora	40.1-Hora (máquina)	Produção (kg)-10.1	Limpeza (Nome)	Hora	40.1-Hora (máquina)	Produção (kg)-10.1	Limpeza (Nome)	Hora	40.1-Hora (máquina)	Produção (kg)-10.1	Limpeza (Nome)			
1																			
2																			
3																			

Figura 12: Cabeçalho da ficha mensal de registo de limpeza.

Aquando da atividade, o operador deve registar:

- A hora em que a realiza, para que seja possível identificar o tempo total decorrido entre intervenções;
- O número de horas de funcionamento do equipamento em que a realiza, permitindo identificar o tempo que a máquina efetivamente operou entre intervenções (o menu do software da máquina onde surge esta informação é disponibilizado na ficha para auxílio do operador);
- A produção do equipamento, em quilogramas, em que a realiza, possibilitando a identificação da quantidade produzida entre intervenções (o menu do software da máquina onde surge esta informação é disponibilizado na ficha para auxílio do operador);
- E o seu nome, atestando que a realizou (em caso de troca pontual entre colaboradores, a responsabilidade de limpeza também é transferida).

O facto de o colaborador colocar o seu nome associado ao registo, não serve apenas para controlo da realização da limpeza, mas serve também para que este sinta responsabilidade e possa vir a desenvolver algum sentido de posse pelo equipamento, o que seria uma mais valia para as suas condições de funcionamento e consequentemente para a produtividade do processo produtivo.

Nesta ficha, são indicados os procedimentos, e respetivas localizações na máquina, a realizar no âmbito da tarefa de limpeza. Estes procedimentos foram definidos em conformidade com o manual do equipamento, e fazem referência à página do mesmo onde pode ser encontrada informação ilustrada e mais detalhada para a sua realização, em caso de dúvida. Para suportar esta funcionalidade foram colocadas as secções dos manuais referentes à manutenção próximo dos equipamentos respetivos, disponíveis para consulta por parte de qualquer colaborador.

A atividade de limpeza e registo deve ocorrer ao início de cada turno, assim, os intervalos entre leituras correspondem aos intervalos entre turnos, podendo assim analisar a informação recolhida por turno, comparando padrões, comportamentos e tendências.

Em termos de tratamento de dados, podem resultar indicadores tais como:

- Taxa de utilização do equipamento, em percentagem, de horas de operação do equipamento por horas totais, ajustada à escala do intervalo de medição desejado através do cálculo apresentado na equação 16. Este indicador é de natureza majorante, ou seja,

quanto maior o seu valor melhor, e é sensível a paragens tanto de curta, como de longa duração, traduzindo a disponibilidade e o desempenho do equipamento de forma agregada;

- Produtividade do equipamento, em quilogramas por hora, traduzindo a quantidade média produzida no tempo de operação do equipamento, na escala do intervalo de medição desejado através do cálculo apresentado na equação 17. Este indicador deve ter como valor alvo um valor de referência ótimo para a máquina em questão, e é sensível às condições de funcionamento do equipamento e aos parâmetros produtivos definidos como configuração de produção. As pequenas paragens produtivas causadas pela quebra do feixe de fibras não são aqui contabilizadas uma vez que fazem parar a operação do equipamento, sendo por isso refletidas no indicador de eficiência contando como uma paragem não planeada.

Assim, o objetivo é tirar o máximo partido da manutenção autónoma levando a que esta seja cumprida em conformidade com os manuais dos fabricantes mantendo e prolongando o estado de bom funcionamento dos equipamentos e recolhendo dados que permitam à gestão da produção e da manutenção tomar decisões corretamente fundadas, e se possível, integradas.

5.2 Manutenção Planeada

Dada a manutenção planeada existente, descrita no anterior capítulo, são identificadas as oportunidades de melhoria presentes na tabela 4.

Tabela 4: Problemas identificados com base na situação inicial vs. respetivas sugestões de melhoria.

Problema Identificado	Sugestão de Melhoria
Histórico do equipamento	Por forma a conhecer o comportamento dos equipamentos e também a partir de aí poder extrapolar previsões, é necessário manter registo de intervenções, avarias e substituições ocorridas por máquina.
Recolha de dados	Para que seja possível melhorar a função manutenção é necessário conhecer o seu estado, ou seja, deve ser conhecido o ponto de partida para conceber um plano de melhoria em direção ao ponto ótimo

	<p>desejado, no entanto, para caracterizar esse ponto de partida é necessária a definição de indicadores de desempenho para realizar a recolha e tratamento de informação relativa aos equipamentos e às intervenções realizadas.</p>
Planeamento das ações de manutenção	<p>Quando se pretende que os ativos físicos estejam disponíveis em plenas condições de funcionamento, apresentem um desempenho ótimo e produzam ao nível de qualidade definido, não é suficiente a sensibilidade apenas para a manutenção, sendo que esta deve ser acompanhada de planeamento, e numa primeira fase em que não existe registo histórico de avarias para caracterização do comportamento da máquina devem ser considerados os intervalos entre intervenções sugeridos no manual do fornecedor do equipamento.</p>
Procedimentos de trabalho	<p>Por muito relevante que a confiança e experiência da equipa de manutenção seja, não é suficiente que as intervenções sejam baseadas nestes aspetos, devendo ser consideradas as ações a realizar em cada intervalo de intervenção, e seus procedimentos, definidos pelo fabricante e informados no manual do equipamento.</p>
Monitorização dos equipamentos	<p>A realização de manutenção planeada reduz a probabilidade de ocorrência de falhas, no entanto, em auxílio devem ser definidos meios de monitorização do estado dos</p>

	equipamentos para que as deteções de funcionamento anormal levem a ações de manutenção preditiva evitando possíveis avarias, sendo assim ainda mais reduzida a probabilidade de ocorrência de falhas.
--	---

Perante as oportunidades de melhoria identificadas, a leitura da parte dedicada à manutenção dos manuais de todos os equipamentos, e sua tradução em alguns dos casos, e a comunicação com os colaboradores, desde o *shop floor* à gestão, permitiram a elaboração de folhas de registo: de intervenção (exemplo no anexo II); de paragem (exemplo no anexo III); de funcionamento anormal (exemplo no anexo IV); e de substituições (exemplo no anexo V).

As folhas de registo de intervenção, divididas entre folhas de “Lubrificação” e folhas de “Limpeza e Controlo”, são muito versáteis e funcionam também como guia de procedimentos de trabalho, lista de verificação e como programa de manutenção, o seu cabeçalho é apresentado na figura 13.

Lubrificação				Laminador _				
Intervalo (horas)	Hora Nominal (máquina)	Hora Real (máquina)	Hora (início)	Hora (fim)	Data	Observações	Nomes (nº de colaboradores)	
								1
								2
								3

Figura 13: Cabeçalho da ficha de registo de intervenção.

Nestas folhas devem ser registados o número da máquina em questão, a hora de operação da máquina em que ocorre a intervenção, a sua hora de início, a hora de conclusão, a data, o nome e número dos colaboradores envolvidos, a hora de funcionamento em que deve acontecer a próxima intervenção, em função do intervalo em que os procedimentos realizados devem ocorrer, e a sinalização do cumprimento desses procedimentos.

A folha de registo de paragem deve ser preenchida quer em caso de paragem produtiva planeada não associada à manutenção, quer em caso de paragem não planeada por qualquer tipo de falha, e permite calcular o tempo associado a tal paragem, além da função

de registo de histórico de comportamento do equipamento. O seu cabeçalho é apresentado na figura 14.

Registo de Paragens			Laminador _	
Motivo	Resolução	Observações / Possíveis fontes do problema		
			Hora (início):	
			Hora (fim):	
			Data:	
			Hora (máquina):	
			Nome(s):	
			Hora (início):	
			Hora (fim):	

Figura 14: Cabeçalho da ficha de registo de paragem.

O preenchimento desta ficha não está limitado a múltipla escolha, permitindo liberdade ao colaborador para colocar o máximo de informação que puder. Aquando da análise, aí sim, a informação pode ser tratada de forma segmentada.

A folha de registo de funcionamento anormal deve ser preenchida por qualquer colaborador que detete algum tipo de funcionamento anormal de determinado equipamento, o seu cabeçalho surge na figura 15.

Registo de Funcionamento Anormal		Laminador _	
Sintomas / Possível fonte	Observações / Sugestões	Deteção	Resolução
		Hora (máquina):	Em observação
		Data:	Hora (máquina):
		Hora:	Data: Hora:
		Nome(s):	Nome(s):
		Hora (máquina):	Em observação
		Data:	Hora (máquina):

Figura 15: Cabeçalho da ficha de registo de funcionamento anormal.

A monitorização deve ser, com máxima brevidade, reportada a um elemento da equipa de manutenção desencadeando uma averiguação da necessidade de alguma ação de manutenção.

A folha de registo de substituições deve ser preenchida sempre que qualquer peça da máquina seja substituída ou retificada. O seu cabeçalho surge na figura 16.

Substituições Retificações		Laminador _	
Componente (referência)	Observações	Hora (máquina):	Retificação
		Data:	Substituição
Quantidade:		Nome(s):	
		Hora (máquina):	Retificação
		Data:	Substituição

Figura 16: Cabeçalho da ficha de registo de substituições.

A par dos restantes registos, este apresenta elevada relevância na análise de custos associados ao equipamento, e a longo prazo pode demonstrar padrões dispendiosos referentes a determinadas máquinas que possam justificar alguma ação. Também é importante, em termos de histórico, conhecer o tipo de peças que já integraram a máquina, seu comportamento, e cruzando dados, a sua influência na eficiência produtiva.

A utilização correta das folhas de registos apresentadas vai de encontro às oportunidades de melhoria identificadas, permitindo:

- A calendarização de atividades uma vez que as folhas definem o momento do próximo evento de manutenção, por equipamento e por tipo de intervenção;
- Uma correta e normalizada realização das operações de manutenção, sendo que as folhas apresentam os procedimentos a realizar, locais associados, quantidades a aplicar (no caso específico da lubrificação) e indicação da página da secção de manutenção do manual do equipamento, disponível à equipa de manutenção, onde pode ser consultada informação mais detalhada e ilustrada em caso de dúvida;
- A monitorização da atividade dos equipamentos, promovendo a comunicação entre os seus operadores e a equipa de manutenção acerca de funcionamentos anormais detetados que serão registados e geridos;
- Um rastreamento do passado de cada equipamento, que pode ser consultado no historial de todos os registos de cada máquina através das fichas utilizadas e arquivadas;
- A recolha e tratamento de dados. Neste caso, a implementação de um sistema de avaliação de desempenho baseado na análise OEE, mas em que a disponibilidade é dividida em duas dimensões: operabilidade e aproveitamento. Os indicadores de desempenho sugeridos, sua expressão e descrição são seguidamente apresentados na tabela 5. Nesta tabela é referido o:

- Tempo total – tempo decorrido entre o momento zero e o momento final do intervalo de análise considerado;
- Tempo de paragem por avarias – tempo em que o equipamento está parado de forma involuntária, não permitindo a sua operação.
- Tempo apto para funcionamento – consiste na diferença entre o tempo total e o tempo de paragem por avarias, e representa o intervalo em que o equipamento apresenta condições de operar;
- Tempo de paragens planeadas- tempo de paragem produtiva voluntária, quer para realização de intervenções de manutenção preventiva, quer por questões de planeamento da produção;
- Tempo de operação – tempo em que o equipamento opera, corresponde à diferença entre o tempo apto para funcionamento e o tempo de paragens planeadas;
- Quantidade produzida – quantidade, em peso, de produção do intervalo de tempo considerado;
- Quantidade ótima de referência – quantidade, em peso, de produção definida como alvo para o intervalo de tempo considerado;
- Quantidade de produção conforme – quantidade, em peso, produzida respeitante dos critérios de qualidade definidos para aceitação como produto conforme.

Tabela 5: Sistema de avaliação de desempenho sugerido.

Indicador de Desempenho	Expressão	Descrição
Operabilidade	$\frac{\textit{tempo apto para funcionamento}}{\textit{tempo total}}$	Taxa representativa do tempo em que o equipamento se encontra disponível para produção. Sensível a paragens indesejadas. Indicador majorante.

Aproveitamento	$\frac{\textit{tempo de operação}}{\textit{tempo apto para funcionamento}}$	<p>Taxa representativa do tempo em que o equipamento é aproveitado para produção. Sensível a paragens deliberadas. Indicador majorante.</p>
Desempenho	$\frac{\textit{quantidade produzida}}{\textit{quantidade ótima de referência}}$	<p>Taxa representativa do desempenho produtivo. Sensível a pequenas paragens e condições de produção. Indicador majorante.</p>
Qualidade	$\frac{\textit{quantidade de produção conforme}}{\textit{quantidade produzida}}$	<p>Taxa representativa da qualidade produtiva. Sensível a produção considerada não conforme. Indicador majorante.</p>
Avaliação (%)	Operabilidade*Aproveitamento*Desempenho*Qualidade*100	<p>Resultado percentual da avaliação de desempenho sugerida. Indicador majorante.</p>

O sistema de avaliação apresentado vem acrescer à análise OEE as dimensões operabilidade e aproveitamento, em detrimento da disponibilidade, vindo demarcar a influência das paragens não planeadas, ou seja, inesperadas e inevitáveis, das paragens planeadas que mesmo em situações necessárias podem ser estudadas e otimizadas, reduzindo o seu impacto.

Assim é permitida uma avaliação geral, quer do comportamento individualizado de determinado equipamento, quer de todo o sistema produtivo. Tal como é permitida uma avaliação mais específica, por dimensão, em função dos aspetos influenciadores de cada indicador de desempenho.

Em suma, as melhorias implementadas aproximam a função manutenção da empresa do pilar manutenção planeada da metodologia TPM, através de programação, procedimentos de trabalho normalizados, e registo e análise de informação que permite o ajuste contínuo dos intervalos de manutenção em direção à otimização.

5.3 Melhorias Específicas

Referente ao pilar TPM de melhorias específicas, que visa reduzir perdas associadas à manutenção, foi identificada uma oportunidade de melhoria de redução de perdas sob a forma de tempo de fluxo de informação, tornando a comunicação da manutenção mais rápida. Para tal, associando práticas *kaizen*, ou de melhoria contínua, ao pilar em questão, evitando alterações aos equipamentos, foi aplicado, como que um *add on*, um sistema de gestão visual que permite a qualquer colaborador saber em tempo real se um equipamento se encontra em: estado de funcionamento normal associado à cor verde; estado de manutenção próxima associado à cor-de-laranja; estado de necessidade de manutenção associado à cor vermelha; ou estado de anomalia detetada associado à cor amarela. Este último requer uma sequência lógica de acontecimentos sendo o seu processo descrito no fluxograma ilustrado na figura 17.

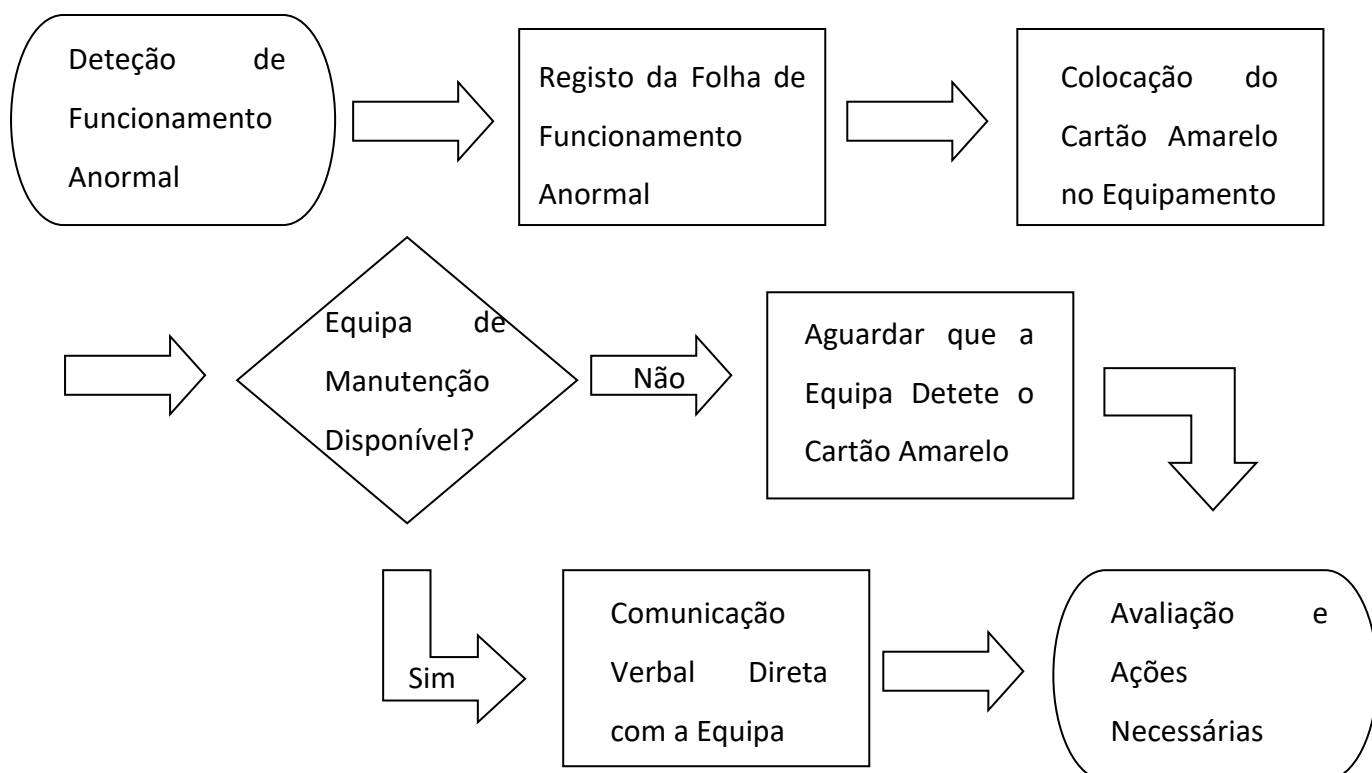


Figura 17: Fluxograma do processo de deteção de funcionamento anormal.

O exemplo da legenda colocada nas máquinas encontra-se no anexo VI, e é acompanhado por quatro cartões: um verde, um amarelo, um cor-de-laranja e um vermelho. Estes cartões são colocados pelos colaboradores respeitando as instruções de utilização das folhas de registo, em exemplo no anexo VII.

Esta melhoria específica facilita a comunicação da manutenção e auxilia na eliminação de falhas, quer dos equipamentos, quer da função manutenção, e permite à gestão da produção conhecer o estado das máquinas a alocar para determinado trabalho e integrar a gestão da manutenção.

5.4 Implementação

A implementação das referidas sugestões de melhoria foi aplicada a todos os equipamentos da fiação, adaptada a cada um deles, devido às particularidades de cada ativo físico que o fazem requerer uma limpeza, lubrificação e controlo singulares em relação aos demais.

As folhas de procedimentos e registo foram colocadas junto dos respetivos equipamentos, bem como as instruções de funcionamento do novo programa de manutenção. O sistema de gestão visual foi também colocado em todas as máquinas.

Em termos de recursos humanos, o funcionamento do novo programa de manutenção foi transmitido à gestão e à equipa de manutenção, por forma que a informação e atribuição de responsabilidades descesse ao longo da cadeia hierárquica até aos operadores de cada equipamento. A par disto, foi também atribuído apoio diretamente junto dos responsáveis pelas práticas de limpeza diária e/ou de manutenção acerca da nova realidade, da realização dos procedimentos, do preenchimento correto das fichas e esclarecimento em caso de alguma dúvida.

Apresentando alguma hesitação e resistência à mudança iniciais, os hábitos acabaram por se alterar levando à aceitação desta nova realidade em termos de programa de manutenção.

A implementação do novo programa de manutenção levou a que as tarefas de manutenção autónoma passassem a ser realizadas pelos operadores de cada máquina de acordo com o fluxograma ilustrado na figura 18.

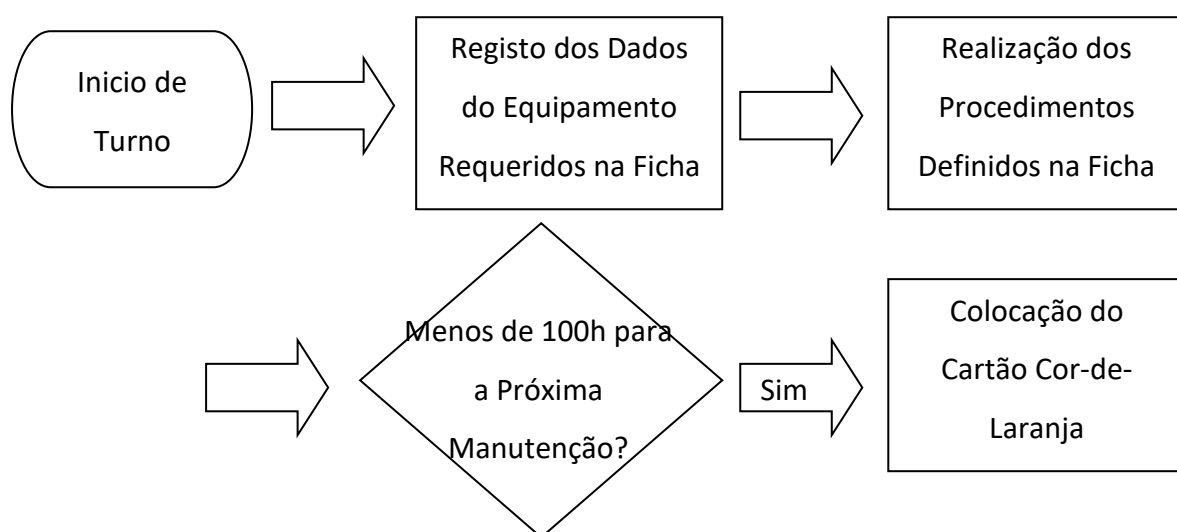




Figura 18: Fluxograma do processo de manutenção autónoma e registo associado.

Quanto às tarefas planeadas, a implementação do novo programa de manutenção levou a que as intervenções de lubrificação, limpeza e controlo passassem a ser realizadas pelos membros da equipa de manutenção de acordo com o fluxograma ilustrado na figura 19.

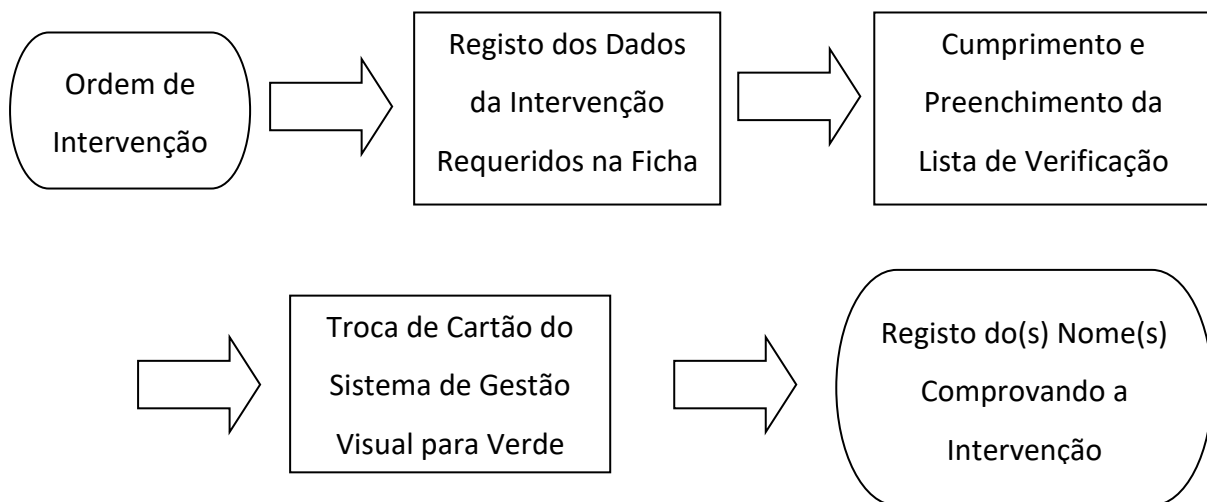


Figura 19: Fluxograma do processo de manutenção planeada e registo associado.

No caso da manutenção planeada a ordem de intervenção surge do chefe de produção, auxiliado pelo sistema de gestão visual.

Quanto a outras paragens, substituições ou deteções de funcionamento anormal os procedimentos e registos ocorrem de acordo com o descrito nas secções anteriores.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES PARA TRABALHO FUTURO

Finda a realização da presente dissertação é possível concluir, em jeito de análise SWOT (*Strengths Weaknesses Opportunities Threats*), que no que respeita a pontos fortes, perante uma situação inicial encontrada em que a manutenção era realizada em apenas um intervalo de tempo de funcionamento, abrangia ações memorizadas pelos colaboradores, e em que o registo de informação era mínimo, foram implementados: procedimentos documentados e controlados; diferentes intervalos de manutenção para tarefas diferentes; registo e tratamento de informação; um sistema de comunicação visual; e um sistema de avaliação de desempenho proposto. Tornando assim a manutenção previamente existente numa manutenção orientada pela metodologia TPM, focando três dos oito pilares, onde é atualmente possível ter confiança nas práticas de manutenção realizadas que almejam um ótimo tempo de vida, e funcionamento, dos equipamentos, e onde é possível avaliar o desempenho destes e estabelecer comparações entre máquinas ou entre diferentes paradigmas de funcionamento que podem, ou não, constituir uma melhoria.

Em termos de pontos fracos, pode ser salientado o facto de a recolha de informação acontecer em formato papel, o que leva a uma posterior digitação de dados em computador consumindo tempo e um recurso humano, pelo menos. No entanto, este ponto fraco pode ser transferido para uma oportunidade, ou seja, visto que o conceito implementado é virtualmente independente do papel, este poderia ser substituído por recursos digitais que alimentassem diretamente a base de dados associada à manutenção e que poderia ser integrada com o sistema informático de gestão da empresa criando um módulo respeitante à manutenção e abrindo as portas a cruzamento de informação com dados de produção, gestão de capacidade dos equipamentos em tempo real, entre imensas outras oportunidades. Esta realidade passaria pela recolha de dados direta do *software* dos equipamentos, que o permitissem, e pela formação tecnológica e digital dos colaboradores, tentando sempre apresentar-lhes um *layout* de interação o mais intuitivo, direto e enxuto possível.

Quanto a ameaças, a mais relevante poderá prender-se com a resistência à mudança por parte dos colaboradores que acreditam que o paradigma que conhecem é suficiente e ideal, e que de alguma forma temem a mudança dos seus métodos e procedimentos de trabalho.

No entanto, esta ameaça poderá ser contrariada através da sensibilização para a filosofia TPM, da apresentação das vantagens em termos de ciclo de vida dos equipamentos, da recolha das suas opiniões e sugestões, da formação para combater qualquer dificuldade que sintam, e da notícia da provável redução de vezes que serão chamados inesperadamente para resolver situações de falha. A utilização de *One Point Lesson*, tipicamente folhas informativas atrativas, simples e diretas divulgadas junto dos colaboradores passando uma mensagem clara a ser absorvida, e a realização de sessões de sensibilização, formação e recolha de opinião deverão ser uma mais valia. Sem negligenciar o facto de que o conhecimento, experiência e opinião de todos os colaboradores devem ser ouvidos, tomados em conta, e se possível aplicados integradamente com o sistema de gestão da manutenção, constituindo uma enorme mais valia.

Deixando para o final as oportunidades, que podem ser encadeadas com as considerações para trabalho futuro, estas passam pela importante integração da gestão da manutenção com a gestão do planeamento estabelecendo um planeamento misto entre alocação de matérias-primas, máquinas e recursos humanos de forma paralela permitindo que ambas as funções ocorrem de forma contínua e mais eficiente possível. É de salientar também as já referidas: utilização de tecnologias no apoio à gestão da manutenção, facilitando a recolha e utilização de informação; e a formação e recolha de *feedback* junto dos colaboradores. A partir deste ponto o trabalho futuro é facilitado uma vez que, existindo um sistema de avaliação de desempenho, é possível caracterizar os momentos antes e depois da aplicação de possíveis futuras implementações de melhoria. Uma melhoria sugerida, com base no trabalho implementado, seria a gestão de custos de manutenção, através da gestão de inventário de peças sobressalentes, controlo de compras e controlo de capacidade em horas * homem e sua alocação.

Em suma, o resultado do projeto retratado na presente dissertação, demonstrou-se uma mais valia em termos práticos e em termos potenciais. Em termos práticos porque aconteceu uma mudança na realidade do programa de manutenção existente na manutenção, passando a existir registos, procedimentos documentados e comunicação normalizada. E em termos potenciais por todas as referidas possibilidades de trabalho futuro indicadas.

Finalizando, é de salientar a importância do envolvimento de todos os colaboradores, e sua confiança na mudança para um cenário mais eficiente e produtivo, pois o somatório dos contributos de todos eles é que permitirá alcançar elevados benefícios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsayouf, I. (2006). Measuring maintenance performance using a balanced scorecard approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(2), 133-149. doi:10.1108/13552510610667165
- Bakri, A. H., Rahim, A. R., Yusof, N. M., & Ahmad, R. (2012). Boosting Lean Production via TPM. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 65, 485-491. doi:10.1016/j.sbspro.2012.11.153
- Basu, A. (2013). Maintenance of yarn spinning machines. *Process Control in Textile Manufacturing*, 225-240. doi:10.1533/9780857095633.2.225
- Chen, W., & Liao, C. (2005). Scheduling with different maintenance policies in a textile company. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 11(1), 43-52. doi:10.1108/13552510510589361
- Chlebus, E., Helman, J., Olejarczyk, M., & Rosienkiewicz, M. (2015). A new approach on implementing TPM in a mine – A case study. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 15(4), 873-884. doi:10.1016/j.acme.2015.07.002
- Douissa, M. R., & Jabeur, K. (2016). A New Model for Multi-criteria ABC Inventory Classification: PROAFTN Method. *Procedia Computer Science*, 96, 550-559. doi:10.1016/j.procs.2016.08.233
- EN 13306. (2007). EN 13306, Norma Europeia da terminologia da manutenção.
- G. (n.d.). Comércio e Indústria de Confeções de S.A. Retrieved August 31, 2018, from <http://www.polopique.pt/>
- Jensen, C. D. (2016). Action research to support development of engineering for sustainable development degree programs, part I: collaborative community action research vignettes. *Journal of Cleaner Production*, 122, 164-175. doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.088
- Mccarthy, D., & Rich, N. (2015). The Lean TPM Master Plan. *Lean TPM*, 27-54. doi:10.1016/b978-0-08-100090-8.00002-1
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295-302. doi:10.1016/j.ijpe.2010.04.039
- Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2015). Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. *Procedia Manufacturing*, 4, 461-470. doi:10.1016/j.promfg.2015.11.063
- Nakajima, S. (1990). *Introduction to TPM - Total Productive Maintenance*. Cambridge, Mass.: Productivity Pr.
- Saunders, M. N., Lewis, P., & Thornhill, A. (2009). *Research methods for business students*. New York: Prentice Hall.
- Shen, C. (2015). Discussion on key successful factors of TPM in enterprises. *Journal of Applied Research and Technology*, 13(3), 425-427. doi:10.1016/j.jart.2015.05.002
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study. *Procedia Engineering*, 51, 592-599. doi:10.1016/j.proeng.2013.01.084
- Vilarinho, S., Lopes, I., & Sousa, S. (2017). Design Procedure to Develop Dashboards Aimed at Improving the Performance of Productive Equipment and Processes. *Procedia Manufacturing*, 11, 1634-1641. doi:10.1016/j.promfg.2017.07.314

ANEXO I – FICHA MENSAL DE REGISTO DE LIMPEZA (EXEMPLO)

Mês 11			Ano 2017		Penteadeira 3		Turno 1		Turno 2			Turno 3		Turno 4		
Dia	Hora	40.1-Hora (máquina)	Produção (kg)-10.1	Limpeza (Nome)	Hora	40.1-Hora (máquina)	Produção (kg)-10.1	Limpeza (Nome)	Hora	40.1-Hora (máquina)	Produção (kg)-10.1	Limpeza (Nome)	Hora	40.1-Hora (máquina)	Produção (kg)-10.1	Limpeza (Nome)
1																
2	10:00	30435	702071	S#####	14:00	30439	702291	N#####	20:00	30444	702555	F#####	03:00	30450	702882	O#####
3	08:10	30454	703136	S#####	13:15	30458	703382	N#####	18:47	30463	703646	F#####	03:00	30471	704070	O#####
4	10:00	30477	704462	N#####	14:00	30481	704657	N#####	19:30	30484	704853	F#####	02:20	30491	705204	F#####
5	09:00	30497	705596	N#####	14:10	30501	705816	N#####	19:10	30506	706067	F#####	02:05	30512	706402	F#####
6	08:00	30517	706688	S#####	14:30	30522	707004	N#####	19:15	30526	707235	F#####	03:00	30533	707633	O#####
7	08:00	30538	707886	S#####	15:30	30545	708288	N#####	18:45	30548	708456	F#####	01:00	30553	708743	O#####
8	08:00	30560	709124	S#####	13:30	30564	709383	N#####	18:45	30569	709655	F#####	02:00	30576	710019	O#####
9	08:00	30581	710310	S#####	12:30	30585	710551	N#####	18:50	30589	710843	F#####	01:00	30595	711115	O#####
10	08:00	30601	711487	S#####	15:30	30609	711941	N#####	19:20	30611	712056	F#####	03:00	30618	712433	O#####
11	08:00	30622	712676	S#####	14:00	30627	712965	S#####	19:00	30632	713206	O#####	03:00	30639	713592	O#####
12	08:00	30643	713861	S#####	14:00	30648	714155	S#####	19:00	30653	714405	O#####	02:00	30659	714765	O#####
13	08:00	30665	715064	S#####	15:00	30671	715422	N#####	19:00	30674	715628	F#####	01:00	30679	715901	O#####
14	08:00	30686	716261	S#####	14:35	30692	716623	N#####	19:00	30695	716819	F#####	01:00	30701	717122	O#####
15	08:00	30707	717481	S#####	14:30	30713	717809	N#####	19:30	30717	718058	F#####	01:00	30723	718352	O#####
16	08:00	30729	718698	S#####					19:00	30733	718919	F#####	02:00	30739	719264	O#####
17	08:00	30744	719558	S#####					20:00	30752	720037	F#####	02:30	30758	720373	O#####
18	08:30	30770	721058	N#####	15:30	30770	721069	N#####	19:00	30773	721195	F#####	02:30	30779	721557	F#####
19	08:00	30784	721806	N#####	16:15	30791	722240	N#####	20:00	30794	722425	F#####	02:30	30800	722734	F#####
20	08:00	30805	723004	S#####	16:30	30812	723432	N#####	19:15	30814	723560	F#####	02:00	30820	723879	O#####
21	08:00	30826	724189	S#####	15:20	30832	724549	N#####	19:00	30835	724712	F#####	02:30	30842	725097	O#####
22	08:00	30847	725376	S#####	14:15	30852	725710	N#####	18:45	30856	725903	F#####	01:00	30861	726218	O#####
23	08:00	30868	726577	S#####	15:00	30874	726958	N#####	18:45	30877	727129	F#####	01:00	30883	727458	O#####
24	08:00	30889	727809	S#####	14:00	30895	728118	N#####	18:45	30899	728347	F#####	01:00	30905	728664	O#####
25	08:00	30910	729000	S#####	14:00	30914	729212	S#####	20:00	30920	729543	O#####	02:30	30926	729874	O#####
26	08:00	30931	730148	S#####	14:00	30936	730452	S#####	19:00	30941	730703	O#####	02:00	30947	731060	O#####
27	08:00	30952	731356	S#####	15:05	30958	731712	N#####	19:45	30961	731873	F#####	01:00	30967	732178	O#####
28	08:00	30972	732502	S#####	16:05	30980	732935	N#####	18:45	30982	733048	F#####	01:00	30987	733350	O#####
29	08:00	30993	733701	S#####					18:45	31002	734180	F#####	01:00	31005	734521	O#####
30	08:00	31010	734654	S#####	13:45	31015	734952	N#####	18:50	31020	735197	R#####	01:00	31021	735281	O#####
31																
Atividade de Limpeza	Local de penteamento			Limpar pontos do mancal no local de penteamento (4/18)												
	Pente fixo			Limpar as fibras e acúmulo de sujeira da área dos agregados com molas, pinças, pressão dos cilindros superiores de rutura (4/18)												
	Cilindros de limpeza			Limpar o pente fixo (4/19)												
				Remover o acúmulo de fibras do cilindro de limpeza (4/19)												

ANEXO II – FICHA DE REGISTO DE INTERVENÇÃO (EXEMPLO)

Lubrificação	Penteadeira 3
---------------------	----------------------

Intervalo (horas)	Hora Nominal (máquina)	Hora Real (máquina)	Hora (início)	Hora (fim)	Data	Observações	Nomes (nº de colaboradores)	
660	30474	30729	09:05	15:10	16/11/17		A#####	1
	31389							2
								3
								4
								5
								6
								7
								8
								9
								10
								11
								12

Ponto Recurso Quantidade							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Buchas dos mancais cilindros superiores para rutura (4/26) EP2 0,5 bombadas							X												
Buchas dos mancais do cilindro superior, trem de estiragem (4/27) EP2 2 bombadas							X												
Eixos longitudinais frontais (4/30) EP2	Cilindro inferior na saída transborde						X												
	Cilindro da calandra de mesa transborde						X												
	Eixo do excêntrico transborde						X												
Eixos longitudinais traseiros (4/31) EP2	Eixo do pente circular (11) 5 bombadas						X												
	Cilindro de rutura traseiro (12) 3 bombadas						X												
	Cilindro de rutura dianteiro (13) 3 bombadas						X												
	Eixo do acionamento saída (14) 3 bombadas						X												
	Eixo da pinça (15) 5 bombadas						X												
	Eixo da escova (16) 3 bombadas						X												
Pinça (4/33) EP2	Pinça superior-agregado com mola 3 bombadas						X												
	Pinça-pinça superior 3 bombadas						X												
	Manivela-pinça 3 bombadas						X												
	Apoio frontal superior transborde						X												
	Apoio frontal inferior 3 bombadas						X												
Excêntrico-pinça superior 3 bombadas						X													
Bucha do manual do cilindro de alimentação (4/34) EP2 1 curso de bomba							X												
Cilindros inferiores do trem de estiragem (4/35) EP2 transborde							X												
Rolamentos do prato giratório da lata (4/36) EP2 engraxar superfície							X												
Acionamento por corrente do prato giratório da lata (4/37) S21 vaporizar de leve							X												
Locais de penteamento (4/38) EP2 transborde							X												
Pinos dos eixos cilindro superior de saída (4/39) CC150 engraxar levemente							X												
Pinos dos eixos cilindro superior de transporte, bucha do mancal (4/39) CC150 engraxar							X												

Intervalo (horas)	Hora Nominal (máquina)	Hora Real (máquina)	Hora (início)	Hora (fim)	Data	Observações	Nomes (nº de colaboradores)	
6000	32470							1
								2

Ponto Recurso Quantidade							1	2
Troca de óleo, redutor (4/40) S14 5 litros								

Intervalo (horas)	Hora Nominal (máquina)	Hora Real (máquina)	Hora (início)	Hora (fim)	Data	Observações	Nomes (nº de colaboradores)	
32000	32000							1

Ponto Recurso Quantidade							1
Engrenagem de rodas dentadas frontal para o acionamento do prato giratório da lata (4/42) S13 340 cm³							

ANEXO III – FICHA DE REGISTO DE PARAGEM (EXEMPLO)

Registo de Paragens			Laminador _
Motivo	Resolução	Observações / Possíveis fontes do problema	
			Hora (início):
			Hora (fim):
			Data:
			Hora (máquina):
			Nome(s):
			Hora (início):
			Hora (fim):
			Data:
			Hora (máquina):
			Nome(s):
			Hora (início):
			Hora (fim):
			Data:
			Hora (máquina):
			Nome(s):
			Hora (início):
			Hora (fim):
			Data:
			Hora (máquina):
			Nome(s):
			Hora (início):
			Hora (fim):
			Data:
			Hora (máquina):
			Nome(s):
			Hora (início):
			Hora (fim):
			Data:
			Hora (máquina):
			Nome(s):

ANEXO IV – FICHA DE REGISTO DE FUNCIONAMENTO ANORMAL (EXEMPLO)





Registo de Funcionamento Anormal		Laminador _	
Sintomas / Possível fonte	Observações / Sugestões	Deteção	Resolução
		Hora (máquina):	Em observação
		Data:	Hora (máquina):
		Hora:	Data: Hora:
		Nome(s):	Nome(s):
		Hora (máquina):	Em observação
		Data:	Hora (máquina):
		Hora:	Data: Hora:
		Nome(s):	Nome(s):
		Hora (máquina):	Em observação
		Data:	Hora (máquina):
		Hora:	Data: Hora:
		Nome(s):	Nome(s):
		Hora (máquina):	Em observação
		Data:	Hora (máquina):
		Hora:	Data: Hora:
		Nome(s):	Nome(s):
		Hora (máquina):	Em observação
		Data:	Hora (máquina):
		Hora:	Data: Hora:
		Nome(s):	Nome(s):
		Hora (máquina):	Em observação
		Data:	Hora (máquina):
		Hora:	Data: Hora:
		Nome(s):	Nome(s):
		Hora (máquina):	Em observação
		Data:	Hora (máquina):
		Hora:	Data: Hora:
		Nome(s):	Nome(s):
		Hora (máquina):	Em observação
		Data:	Hora (máquina):
		Hora:	Data: Hora:
		Nome(s):	Nome(s):

Nota: Quando detetar funcionamento anormal do equipamento coloque o cartão amarelo.

ANEXO V – FICHA DE REGISTO DE SUBSTITUIÇÕES (EXEMPLO)

Substituições Retificações		Laminador _		
Componente (referência)	Observações			
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		
Quantidade:		Hora (máquina):	Retificação	
		Data:	Substituição	
		Nome(s):		

ANEXO VI – LEGENDA DO CÓDIGO VISUAL

LEGENDA COR - ESTADO			
	Requer Manutenção		Manutenção Próxima
	Anomalia Detetada		Funcionamento Normal

ANEXO VII – INSTRUÇÕES DE UTILIZAÇÃO DAS FOLHAS DE REGISTO

Instruções de Utilização das Folhas de Registo	
<p>Folha de Turno</p> <p>Nota: o registo desta folha e a operação de limpeza devem ser realizados no início de cada turno.</p>	<p>Na folha de turno deve ser preenchida:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a hora a que é feito o registo; - a hora de produção da máquina; - a produção da máquina, em quilogramas; - e o nome a comprovar a realização da atividade de limpeza.
<p>Folha de Registo de Funcionamento Anormal</p> <p>Nota: se forem implicadas paragens e/ou substituições, devem ser preenchidas as respetivas folhas de registo.</p>	<p>Na folha de registo de funcionamento anormal devem ser preenchidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - os sintomas de qualquer que seja a anomalia detetada, e se for o caso, a indicação de possíveis fontes dessa anomalia; - observações e/ou sugestões de atuação, se possível; - a hora de produção em que ocorre a deteção; - a data e hora em que ocorre a deteção; - o(s) nome(s) de quem deteta a anomalia; - o quadrado do campo “Em observação”, caso a resolução não possa ser imediata; - a hora de produção em que ocorre a resolução; - a data e hora em que ocorre a resolução; - e o(s) nome(s) de quem resolve a anomalia.
<p>Folha de Registo de Paragens</p> <p>Nota: paragens de muito curta duração, e paragens que já sejam registadas em folhas de operações de manutenção, não necessitam ser registadas.</p>	<p>Na folha de registo de paragens deve ser preenchido:</p> <ul style="list-style-type: none"> - o motivo de todas as paragens que ocorram na máquina, incluindo paragens planeadas; - a resolução que retome o funcionamento da máquina, se aplicável; - observações e/ou possíveis fontes do problema, se aplicável; - a hora de início da paragem; - a hora de fim da paragem; - a data em que ocorre a paragem (se a paragem for superior a um dia, colocar também a data em que é retomado o funcionamento); - a hora de produção em que ocorre a paragem; - e o(s) nome(s) de quem retome o funcionamento da máquina.
<p>Folha de Registo de Substituições/Retificações</p> <p>Nota: se forem implicadas paragens, devem ser preenchidas as respetivas folhas de registo.</p>	<p>Na folha de registo de substituições e/ou retificações (reparações) deve ser preenchido:</p> <ul style="list-style-type: none"> - o componente em questão, características requeridas e sua referência (se aplicável); - a quantidade de componentes; - observações e/ou sugestões sobre a possível causa de falha; - a hora de produção da máquina; - a data da intervenção; - o quadrado do campo “Retificação” ou “Substituição”, conforme o caso; - e o(s) nome(s) de quem realize a intervenção.
<p>Folhas de Registo de Operações de Manutenção (Planeada)</p> <p>Limpeza e Controlo Lubrificação Reparação</p> <p>Nota: se forem implicadas substituições, devem ser preenchidas as respetivas folhas de registo.</p>	<p>Nas folhas de registo de operações de manutenção deve ser preenchida e consultada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a hora nominal de produção da máquina em que deve ocorrer a intervenção; - a hora real de produção da máquina em que ocorre a intervenção; - a hora de início da intervenção; - a hora de fim da intervenção; - a data em que ocorre a intervenção; - observações, se aplicável; - o(s) nome(s) de quem realize a intervenção e número de pessoas envolvidas; - e o(s) quadrados(s) de verificação correspondentes à(s) atividade(s) realizadas (cada atividade tem referência à página do manual onde se encontra o seu procedimento, e a cada linha de registo corresponde uma coluna de verificação, numeradas).
<p>Código Visual</p> <p>Nota: o sistema de gestão visual implica o registo e consulta das folhas de registo.</p>	<p>Cartão de cor Verde – indica que a máquina se encontra em estado de funcionamento normal.</p> <p>Cartão de cor Amarela – indica que a máquina se encontra em estado de anomalia detetada, e deve estar colocado enquanto a anomalia não for resolvida.</p> <p>Cartão Cor-de-Laranja – indica a aproximação de necessidade de manutenção, e deve estar colocado enquanto a diferença entre a hora nominal de qualquer operação e a hora corrente de produção da máquina for inferior a 100 horas.</p> <p>Cartão de cor Vermelha – indica que a máquina requer manutenção, e deve estar colocado enquanto a hora corrente de produção da máquina ultrapassar a hora nominal de qualquer operação.</p>