

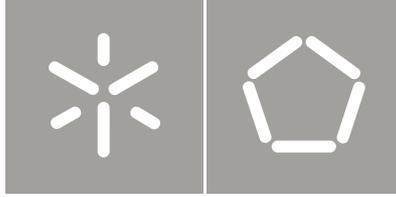


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

João Nuno Ferreira Pinto

Implementação da
metodologia TPM numa
empresa de produção de elevadores

João Nuno Ferreira Pinto
Implementação da metodologia TPM
numa empresa de produção de elevadores



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

João Nuno Ferreira Pinto

Implementação da
metodologia TPM numa
empresa de produção de elevadores

Tese de Mestrado
Engenharia Industrial
Ramo Gestão Industrial

Trabalho efectuado sob a orientação da
Professora Doutora Isabel Silva Lopes

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta tese.

Em primeiro lugar, quero agradecer à empresa na qual trabalho, a Schmitt & Sohn, na pessoa do Eng. Alexander Iken, Dr. Miguel Franco e Sr. Hans Weddel, que me apoiou e me deu oportunidade de realizar este trabalho. Gostaria de agradecer também ao responsável de produção, Sr. Fernando Carvalho e ao Sr. José Silva, chefe da manutenção pelo apoio e ajuda na discussão de ideias para este trabalho. Agradeço também aos meus colegas na empresa, ao Bruno Oliveira, pela disponibilidade e ajuda na troca de ideias e opiniões. Por último, quero também agradecer a todos os colaboradores da empresa, que direta ou indiretamente me acompanharam e ajudaram na realização deste trabalho.

Agradeço também a minha orientadora, a Professora Isabel Silva Lopes, pela disponibilidade sempre demonstrada, pela motivação transmitida e pelo apoio para realização deste trabalho.

Quero também agradecer à minha namorada Sara, por todo o apoio e motivação que sempre me deu, pela ajuda e pela disponibilidade constante ao longo deste tempo, pela paciência demonstrada para me auxiliar nesta tarefa.

Agradeço também à minha família, pais, e irmão pelo apoio demonstrado.

Por último, agradeço aos meus colegas e amigos que sempre me apoiaram neste trabalho, quer na ajuda quer na discussão de ideias.

A todos, o meu muito Obrigado.

Resumo

Este trabalho surge no âmbito da realização da dissertação do Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial. Tem como objetivo implementar a metodologia TPM, *Total Productive Maintenance*, numa empresa de produção de elevadores. Através da implementação desta metodologia, tenciona-se aumentar a eficiência dos equipamentos, diminuindo assim o número e tempos de paragem, diminuir os custos de manutenção e colocar a manutenção no centro do processo produtivo. Deste modo a manutenção é tida como um ato integrado e não como uma atividade apenas reativa que responde a avarias, mas sim como um agente preventivo, na antecipação de potenciais problemas.

Para tal, inicialmente desenvolveu-se uma revisão bibliográfica onde foram englobados e analisados os temas pertencentes à metodologia TPM, qual o seu desenvolvimento histórico, quais os pilares em que assenta a metodologia e quais as vantagens para a empresa. São também apresentados indicadores para medir o processo, de forma a perceber se as melhorias introduzidas tiveram efeitos positivos no sistema.

Após a revisão bibliográfica, fez-se uma caracterização da empresa, e foi feito o diagnóstico do estado atual do processo de manutenção nas suas diversas vertentes. Por fim, foram analisados os problemas existentes, e apresentadas as melhorias que podem ser introduzidas nas áreas da manutenção preventiva e manutenção autónoma.

Palavras-chave: Manutenção; Metodologia TPM; Manutenção Autónoma; Manutenção Preventiva; Melhoria Contínua.

Abstract

This work arises in the scope of the accomplishment on the Master's thesis in Industrial Engineering and Management. It aims to implement Total Productive Maintenance, known as TPM, on an elevators' production company.

Through this methodology's implementation, it is intended to increase equipment's efficiency by reducing stopping times, maintenance costs and putting maintenance itself at the process center. This allows maintenance to be seen as an integrated part in the whole productive process, and not as a reactive activity, which responds to breakdowns, but as a preventive agent which anticipates possible problems.

For this, initially a literature review was developed where it was analyzed and encompassed TPM's methodology themes, their historical developments, pillars in which this methodology settles on and the advantages for the company of implementing it.

Some process' performance indicators are also presented in order to understand if the improvements introduced had a positive effect on the system. After the literature review, the company's characterization was made and the actual state of maintenance process was analyzed in its various aspects.

At last, the identified problems were analyzed and reported the improvements that could be made in preventive and in autonomous maintenance.

Key-words:

Preventive and Autonomous maintenance; Maintenance; TPM's Methodology; Total Productive Maintenance.

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract.....	vii
Índice	ix
Índice de Figuras	xi
Índice de Quadros	xii
Índice de Abreviaturas	xiii
CAPITULO I – INTRODUÇÃO	1
1. Enquadramento	1
2. Objetivo	2
3. Estrutura	2
CAPITULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1. A manutenção e a sua evolução histórica	3
2. Gestão da manutenção	5
3. TPM – Total Productive Maintenance.....	8
3.1. Tipos de perdas associadas ao equipamento	10
3.2. Pilares do TPM.....	12
3.3. Metodologia para a implementação do TPM.....	19
4. Indicadores de gestão da manutenção	21
4.1. OEE – Eficiência do equipamento.....	22
4.2. Outros indicadores relevantes.....	23
5. Software de gestão da manutenção	25
CAPITULO III – ESTUDO DE CASO.....	29
1. A Schmitt & Sohn.....	29
1.1. Organização da empresa	29
1.2. Produtos e serviços.....	30
1.3. Processo produtivo.....	30
2. A Manutenção na Schmitt & Sohn – O estado atual.....	32
2.1. Máquinas e equipamentos	34
2.2. Registo e gestão da informação.....	39
2.3. Manutenção preventiva	42

2.4. Manutenção autónoma.....	43
3. Implementação de melhorias.....	45
3.1. Registo e gestão da informação.....	45
3.1.1. Tratamento da informação.....	48
3.2. Implementação da metodologia TPM.....	54
3.2.1. Manutenção autónoma.....	55
3.2.2. Formação.....	59
3.2.3. Sistema de manutenção.....	60
CAPITULO IV – CONCLUSÕES.....	63
1. Conclusão.....	63
2. Trabalhos futuros.....	64
FONTES DE INFORMAÇÃO.....	67
Referências Bibliográficas.....	67
ANEXOS.....	69
ANEXO A – Cálculo Do MTBF.....	70
ANEXO B – Manutenção Autónoma – Laser.....	71
ANEXO C – Manutenção Autónoma – Quinadora QIH 17540.....	75
ANEXO D – Manutenção Autónoma – Quinadora QHD 2512.....	77
ANEXO E – Manutenção Autónoma – Viradeira.....	79
ANEXO F – Manutenção Autónoma – Prensa CC100.....	83
ANEXO G – Manutenção Autónoma – Punçoadora PGA 2.....	85
ANEXO H – Formação TPM.....	87

Índice de Figuras

Figura 1 – Evolução da manutenção	5
Figura 2 – Tipo de manutenção.....	7
Figura 3 – Relação entre LEAN e TPM (Ahuja et al. 2008).....	10
Figura 4 – Pilares TPM (Ahuja et al., 2008).....	12
Figura 5 – Organograma da Schmitt & Sohn.....	30
Figura 6 - Fluxograma para pedido de manutenção corretiva	33
Figura 7 – Máquina de corte laser.....	35
Figura 8 – Quinadora QIH 17540	36
Figura 9 – Viradeira Schroder	36
Figura 10 – Guilhotina GHX 1030	37
Figura 11 – Prensa CC100.....	38
Figura 12 – Punçoadora PGA 2	38
Figura 13 – Menus do software	40
Figura 14 – Menu de registo de intervenções	41
Figura 15 – Computador de apoio instalado da Quinadora QHD17450	46
Figura 16 – Software de registo – dados relativos à Punçoadora PGA2.....	47
Figura 17 – Gráfico do tempo perdido na Punçoadora PGA2	49
Figura 18 – Gráfico do tempo perdido na Quinadora QIH 17540	50
Figura 19 – Gráfico do tempo perdido em %, na Punçoadora PGA2	50
Figura 20 – Gráfico do tempo perdido em %, na Quinadora QIH 17540	51
Figura 21 – Procedimentos de manutenção autónoma	56
Figura 22 – Procedimento para pedido de manutenção corretiva	61

Índice de Quadros

Quadro I – Falhas ocorridas	70
-----------------------------------	----

Índice de Abreviaturas

JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*

MTBF – *Mean Time Between Failures*

OEE – *Overall equipment effectiveness*

TI – *Tecnologias da informação*

TPM – *Total Productive Maintenance*

CAPITULO I – INTRODUÇÃO

1. Enquadramento

A competitividade sempre foi um fator de grande importância na indústria contemporânea. Com a globalização, verificou-se nas últimas décadas um aumento da competitividade a que as empresas estão sujeitas assumindo agora um nível crítico. A procura de uma melhoria contínua em todas as áreas que possam suscitar uma vantagem competitiva é agora uma obrigação que não se pode, de forma alguma, desperdiçar para alcançar o tão desejado sucesso.

De entre as várias áreas suscetíveis de aumentar a eficiência das empresas industriais, reduzindo custos, encontra-se a manutenção. Durante vários anos, foi uma área esquecida pela maioria das empresas, tendo sido mesmo posta de lado e desprezada face à área produtiva. A manutenção era considerada um mal necessário, envolvendo a realização de reparações apenas quando indispensável (Park et al., 2001).

Após várias mudanças de paradigma, a manutenção de máquinas e equipamentos começou a ser feita de forma preventiva, abandonando assim a lógica avaria-reparação. No seguimento destas mudanças, surge no Japão a metodologia TPM, *Total Productive Maintenance*, que tal como a manutenção preventiva, pretende aumentar a eficiência do processo de manutenção (Chan et al. 2005). De entre os vários pilares que estão na base do TPM, a manutenção autónoma é um dos que mais se destaca e que está no cerne do próprio TPM (Chan et al., 2005).

A empresa Schmitt & Sohn dedica-se à produção e manutenção de elevadores. É uma empresa alemã, que opera também em Portugal, cuja unidade produtiva está localizada em Matosinhos, dispondo ainda de várias delegações no país. Atualmente, a área produtiva está a ser alvo de várias reestruturações de forma a adaptar o seu modelo produtivo à realidade atual das exigências de

mercado, estando, para isso a adotar uma filosofia de gestão LEAN. Desta reorganização, surge a necessidade de melhorar os processos de manutenção, já que estes seguem uma lógica reativa, estando a filosofia de manutenção preventiva muito pouco enraizada.

2. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo analisar o estado atual da manutenção na empresa Schmitt & Sohn e a partir do estudo realizado, elaborar propostas de melhoria, nomeadamente através da implementação da metodologia TPM, incidindo essencialmente sobre o pilar da manutenção autónoma.

Um outro objetivo deste trabalho, visa a análise do sistema de informação para a manutenção utilizado na Schmitt & Sohn, propondo melhorias que aumentem a eficiência deste.

3. Estrutura

Este trabalho encontra-se dividido em quatro capítulos. O primeiro capítulo é referente à introdução ao trabalho, onde é apresentado o enquadramento do trabalho, quais os objetivos propostos e a organização do documento.

No segundo capítulo, é efetuada uma revisão bibliográfica ao tema, mostrando a evolução do conceito manutenção ao longo do tempo. É também explicada a metodologia que está na base deste trabalho, a metodologia TPM e como esta é constituída. Por último, são ainda apresentadas as vantagens para uma empresa em possuir e utilizar um software de gestão da manutenção.

Já no capítulo três, é apresentado o caso de estudo. Inicialmente é apresentada a empresa onde este trabalho foi desenvolvido. De seguida, é feita uma análise ao estado atual do sistema de manutenção da Schmitt & Sohn e, por último, são apresentadas as propostas de melhoria para os problemas encontrados no sistema.

No capítulo quatro são apresentadas as conclusões finais deste trabalho sendo, desta forma, feito um balanceamento dos ganhos obtidos com as melhorias adotadas. São ainda propostos alguns trabalhos futuros que não foram realizados no âmbito deste trabalho.

CAPITULO II – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. A manutenção e a sua evolução histórica

O conceito de manutenção tem sofrido várias transformações desde a revolução industrial. A norma NP EN 13306 (2007) define manutenção como o conjunto de ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um equipamento, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele desempenha a função pretendida. Ao longo dos anos, a prática da manutenção sofreu algumas alterações. Tem evoluído desde uma lógica de manutenção reativa onde se reparava o equipamento danificado, até ao conceito atual, um conceito mais amplo e integrado em toda a organização, onde se aposta na prevenção e planeamento, como é possível ver na figura 1. Contudo, esta mudança não foi linear, existindo etapas intermédias.

Após a revolução industrial e até aos anos 50, a manutenção não era mais que um setor desprezado na maioria das empresas. Tinha apenas como função reagir a falhas e avarias nos equipamentos, procurando repará-los no mais curto espaço de tempo, quando tal era possível (Park et al., 2001). Nesta fase, a eficiência não era privilegiada e era impensável parar os equipamentos para fazer qualquer tipo de manutenção preventiva, já que na perspetiva da época, com a produção em massa só se ganhava dinheiro estando a produzir, havendo sempre elevados stocks para fazer face a quaisquer paragens (Borris, 2006). Contudo, vários problemas começaram a surgir, já que devido às paragens não planeadas os custos de reparação eram muito elevados, já que muitas vezes um simples problema podia derivar em complicações maiores, excessiva demora na reparação devido a este tornar-se um problema mais complexo e em muitos casos devido à falta de peças de substituição (Ahuja et al., 2008).

Após esta fase, em 1951 surge uma nova tendência, a manutenção preventiva. Os departamentos de manutenção começaram a realizar algumas ações

preventivas nos equipamentos, tendo por base as indicações dos fabricantes e mediante o número de horas de uso, englobando nestas ações lubrificação, limpeza, substituição de peças de desgaste e ajustes (Ahuja et al., 2008). Assim, através de planos de manutenção, eram realizadas intervenções planejadas nos equipamentos, substituindo determinados componentes antecipadamente, de forma a aumentar a fiabilidade (Borris, 2006).

Em 1960 surge a manutenção centrada na fiabilidade (RCM), que inicialmente se destinava a manutenção de aviões. É uma metodologia estruturada que visa determinar os requisitos de manutenção de um equipamento no seu contexto real, tendo por base critérios de fiabilidade. Deste modo, são identificadas as ações de manutenção, identificando previamente as funções do equipamento, sendo depois determinados os modos de falha de cada função e os seus efeitos (Ahuja et al., 2008).

Apesar da manutenção preventiva trazer vantagens a todos os níveis, ainda era vista como uma função isolada, pertencente apenas ao departamento de manutenção e devido a esta dependência as exigências para este departamento eram enormes. Para fazer face a este problema, e para aumentar a rapidez e eficiência da manutenção diminuindo assim o número de paragens, surge no Japão a metodologia TPM, que além de apostar numa lógica preventiva, aposta na participação dos próprios operados dos equipamentos, criando rotinas para a realização de certas atividades de manutenção preventiva (Takahashi et al., 1990).

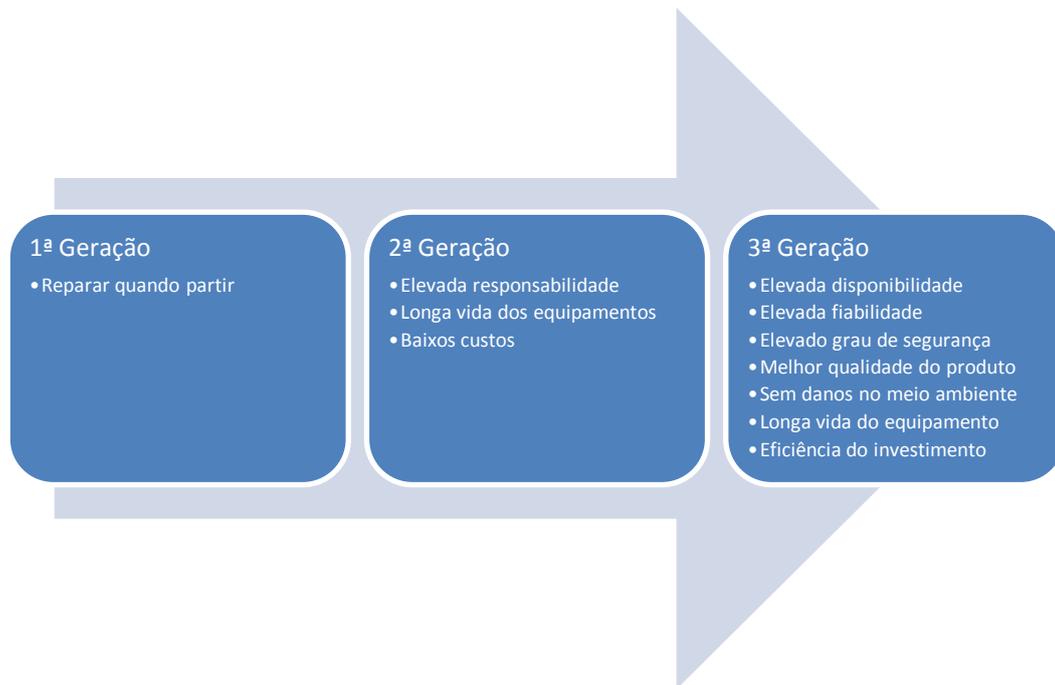


Figura 1 – Evolução da manutenção

2. Gestão da manutenção

A grande competitividade que hoje em dia se verifica nas empresas que concorrem diretamente é muito elevada. Só empresas bem preparadas, que eliminem desperdícios e acrescentem valor ao produto são competitivas e irão conseguir assegurar o seu futuro. A maioria das empresas pode reduzir os seus custos com a manutenção em pelo menos um terço, melhorando assim os níveis de produtividade (Ahuja et al., 2008).

A norma NP EN 13306 (2007) define a gestão da manutenção como sendo “todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por diversos meios tais como o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos”.

Segundo Wireman (2005), a gestão da manutenção tem como objetivos:

- Assegurar a produção com o menor custo, com a qualidade desejável e dentro dos padrões de segurança exigíveis;
- Identificar e reduzir custos nos processos de manutenção;
- Elaborar registos relativos a ações de manutenção;

- Otimizar os recursos disponíveis para a manutenção (humanos e materiais);
- Otimizar a vida útil do equipamento;
- Minimizar o consumo de energia;
- Minimizar o stock de consumíveis.

A gestão da manutenção é uma série de atividades integradas entre si, que devem ser vistas como um todo e não individualmente, já que são impossíveis de se desagregar. De modo a que uma empresa se torne eficiente e siga no caminho correto, o cumprimento dos objetivos anteriormente expostos tem uma importância vital. Uma empresa deve sempre tê-los em consideração aquando da definição das suas políticas, objetivos e metas para a manutenção, caso contrário será sempre uma empresa subaproveitada (Kans, 2008).

Uma das estratégias a ser tida em conta é a integração da manutenção com a área produtiva. Esta incorporação traz inúmeros ganhos, já que ajuda a poupar tempo, dinheiro e recursos quando é necessário tratar de assuntos relativos à manutenção. Os investimentos em manutenção devem assim ser considerados estratégicos e não rotineiros, pois devido aos ganhos arrecadados, é possível criar uma vantagem competitiva sobre os concorrentes diretos (Ahuja et al., 2008).

De modo a realizar-se uma boa gestão da manutenção, importa ainda definir quais os tipos de manutenção existentes, apresentados em seguida, na figura 2.

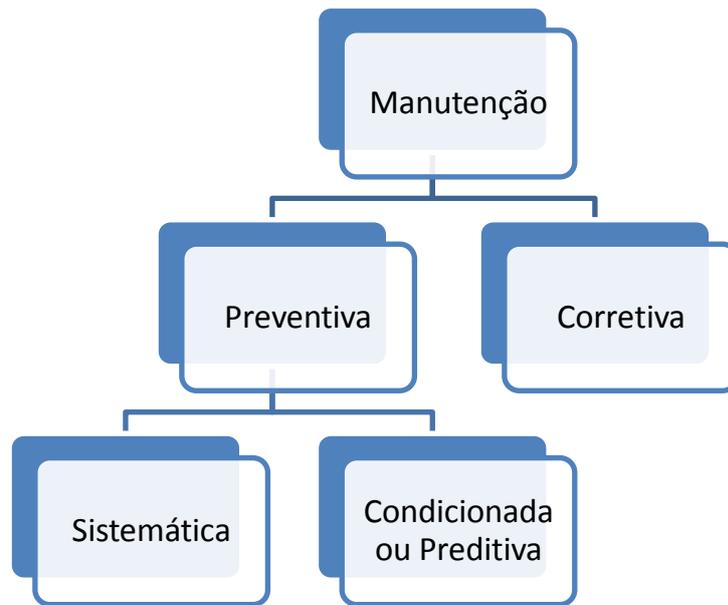


Figura 2 – Tipo de manutenção

Segundo a norma NP EN 13306 (2007), podemos então definir:

- Manutenção preventiva como a manutenção realizada com uma frequência pré-definida, com o objetivo de reduzir a probabilidade de avaria ou deterioração do equipamento
- Manutenção preventiva sistemática é a manutenção efetuada em períodos de tempo previamente definidos ou segundo um número previamente definido de unidades de utilização, como por exemplo horas de funcionamento ou peças produzidas.
- Manutenção preventiva condicionada como a manutenção baseada na vigilância do funcionamento de uma máquina, e em parâmetros desse funcionamento, como por exemplo medições de vibrações ou análise ao óleo do equipamento.
- Manutenção corretiva como aquela que é efetuada após a deteção de uma avaria e que tem como objetivo a reposição, o mais breve possível, das funções do equipamento.

3. TPM – Total Productive Maintenance

O TPM nasceu no Japão, durante a fase de expansão da indústria nipônica. As empresas japonesas perceberam que só um sistema integrado lhes permitiria ter qualidade total nos seus produtos, já que não poderiam produzir com qualidade e dentro das exigências pretendidas, se os equipamentos apresentassem deficiências (Wireman, 2004).

Na década de 1960, após as empresas japonesas passarem a seguir as instruções do fabricante dos equipamentos para realizarem ações preventivas de manutenção, foram também percebendo como eram construídos os equipamentos e quais as alterações que podiam efetuar de forma a melhorá-los (Wireman, 2004). A Nippodenso foi a primeira empresa a implementar um sistema de manutenção preventiva em todos os seus equipamentos. Contudo, devido ao aumento do número de equipamentos e às exigências de manutenção, a mão-de-obra necessária no departamento de manutenção para realizar tais tarefas era muito elevada, o que trazia problemas de eficiência e elevados custos. Para fazer face a este problema, a empresa começou a transferir algumas competências para os operadores dos equipamentos, começando estes a seguir rotinas pré-determinadas como limpeza, lubrificação, inspeção e pequenas manutenções, poupando assim os técnicos de manutenção para tarefas mais exigentes (Borris, 2005).

Assim, na década de 70 surge o TPM da forma mais próxima de como o conhecemos hoje, ou seja, uma metodologia integrada, que não limita a manutenção a um só departamento, mas que conta com a participação de todos os trabalhadores através de rotinas diárias. Ahuja et al. (2008) define a metodologia TPM como a procura constante da eficiência e rentabilidade dos equipamentos, tendo como objetivo zero avarias, a aplicação da manutenção preventiva, a melhoria dos equipamentos e a participação de todos os funcionários no processo.

Nesta década, foi instituído um prémio para as empresas que mais se destacassem na manutenção, prémio esse atribuído pelo JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*, que constituiu um grupo de trabalho que pesquisava novas formas de fazer manutenção (Wireman, 2004).

A metodologia TPM é composta pelos seguintes objetivos, que segundo Yoshida et al. (1990) e Ahuja et al. (2008) são:

- Maximizar a eficiência global dos equipamentos através da participação de todos, desde a gestão de topo até aos operadores de chão de fábrica;
- Melhorar a fiabilidade dos equipamentos e do processo de manutenção, tendo como objetivo zero avarias, aumentando assim a qualidade e produtividade da empresa;
- Estabelecer uma estratégia de manutenção preventiva que aumente e abranja todo o ciclo de vida do equipamento;
- Promover uma cultura de melhoria contínua entre os trabalhadores;
- Criar um ambiente de trabalho motivador para todos.

Apesar do TPM e LEAN serem matérias diferentes, facilmente se interligam e se confundem, já que ambas têm um objetivo comum, a eliminação de desperdícios e a otimização de processos. Atualmente, uma empresa que pretenda implementar uma filosofia de gestão LEAN, terá que reestruturar o sistema de manutenção para uma metodologia TPM, já que segundo Ahuja et al. (2008), a fiabilidade e a eficiência dos equipamentos são pré-requisitos para a implementação da filosofia LEAN.

Um outro aspeto a destacar no relacionamento entre estas metodologias, é a relação com os 5S. Estes, tal como mostra a figura 3, são a base de muitas metodologias, funcionando como base de sustentação. Quanto ao relacionamento com a metodologia TPM, esta é de grande importância e está também na base de sustentação do TPM. Só é possível uma implementação correta e duradoura se os postos de trabalho e equipamentos obedecerem à metodologia 5S, estando limpos e organizados, sendo assim possível identificar facilmente os problemas existentes.

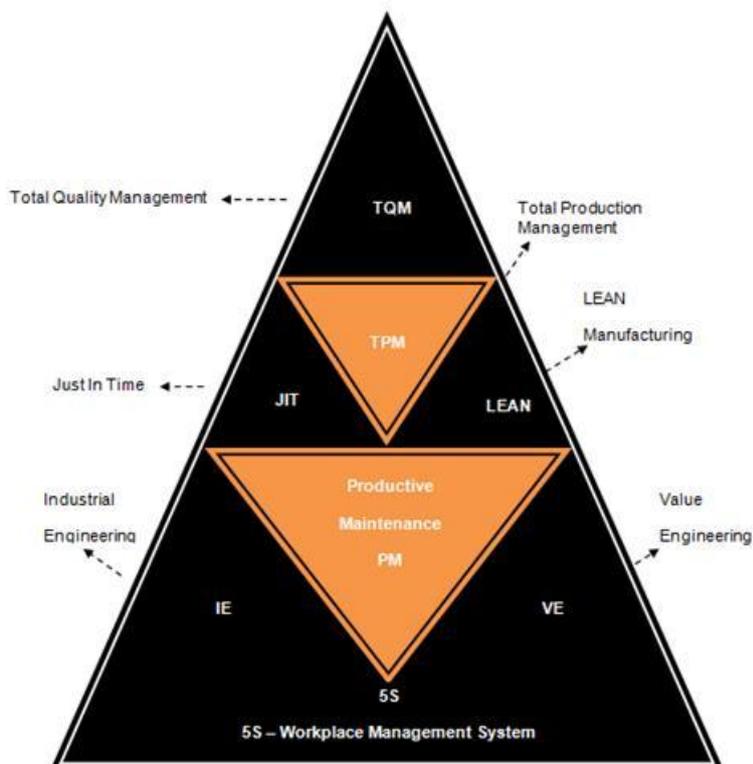


Figura 3 – Relação entre LEAN e TPM (Ahuja et al. 2008)

3.1. Tipos de perdas associadas ao equipamento

Todas as indústrias atuais, tendem a eliminar ou reduzir tudo aquilo que não traz valor ao produto, fazendo assim com que a produção seja o mais eficiente possível. A contabilização dessas perdas pode ser feita através do indicador OEE (*Overall Equipment effectiveness*) que mede as perdas associadas aos equipamentos. Para o cálculo deste indicador são necessários dados de três vertentes, a disponibilidade dos equipamentos, a performance e o índice qualidade. Os grandes desperdícios associados aos equipamentos e contabilizados pelo OEE são explicados a seguir (Chan et al., 2005).

3.1.1. Perdas por paragem

Este tipo de perda ocorre quando existem falhas nos equipamentos, tornando assim os equipamentos inoperacionais, causando atrasos, já que não é possível produzir. Geralmente, para corrigir estas falhas são necessárias intervenções para repor a normalidade. Uma abordagem que assente na metodologia TPM

pode permitir identificar, atempadamente, vários problemas que causam este tipo de perda, agindo assim previamente, precavendo assim uma falha futura.

3.1.2. Perdas de set-up

Esta perda ocorre quando se dá o fim da produção de um produto até que se obtenha o primeiro produto seguinte, nas condições ótimas desejadas. Este tempo perdido abrange desde a remoção de peças e acessórios, limpeza da área e equipamento, colocação de ferramentas necessárias à produção do produto seguinte, ajustes e reajustamentos até à primeira peça ótima fabricada. Uma forma de minimizar este tipo de perda é com adoção da metodologia SMED.

3.1.3. Micro-paragens

Este tipo de paragem ocorre quando a produção é interrompida por uma avaria temporária e esta é corrigida através de simples correções.

3.1.4. Produção lenta

Esta ocorrência verifica-se quando a velocidade do equipamento é lenta. Isto pode ocorrer devido à diferença entre a velocidade teórica e a velocidade real do equipamento. Pode também acontecer a máquina ser operada a uma velocidade reduzida devido a problemas mecânicos ou problemas relacionados com a qualidade.

3.1.5. Defeitos/retrabalho

Esta perda acontece quando são encontrados defeitos no produto e é necessário retrabalhá-lo ou por vezes descartá-lo, devido a problemas de qualidade. Isto pode dever-se ao facto de o equipamento estar mal calibrado e produzir erradamente.

3.1.6. Perdas de arranque

Este tipo de perda engloba o tempo perdido no set-up da máquina para iniciar a produção e os produtos defeituosos devido à interrupção. Isto acontece quando são realizados arranques na produção, como por exemplo, após um período de manutenção, o após o regresso de férias e almoço.

Além destas perdas, há autores que consideram outras. Suzuki (1994) considerou oito grandes perdas: paragens, ajustes de produção, falhas nos equipamentos, falhas no processo, perda de produção normal, perda de produção anormal, defeitos e ainda retrabalho.

Além das perdas associadas aos equipamentos, Ahuja et al. (2008), considerou também outro tipo de perdas que afetam a eficiência duma organização, que são aquelas associadas à ineficiência dos recursos humanos e também dos recursos produtivos.

3.2. Pilares do TPM

As principais áreas que sustentam uma metodologia TPM duradoura são representadas de modo a formar uma casa (figura 4). Assim, tal como numa casa real, os alicerces e a base fazem a sustentação de toda a construção, na base da casa TPM, está a metodologia 5S que, como foi dito anteriormente, é um fator chave para o sucesso e sustentação duradoura da implementação. Também a formar a “casa TPM”, estão os pilares, ou seja, as temáticas que dão corpo a toda a filosofia TPM, sendo estes a manutenção autónoma, manutenção planeada, melhorias nos equipamentos, formação, gestão da qualidade, gestão de novos equipamentos, segurança e ambiente, e TPM em áreas administrativas.

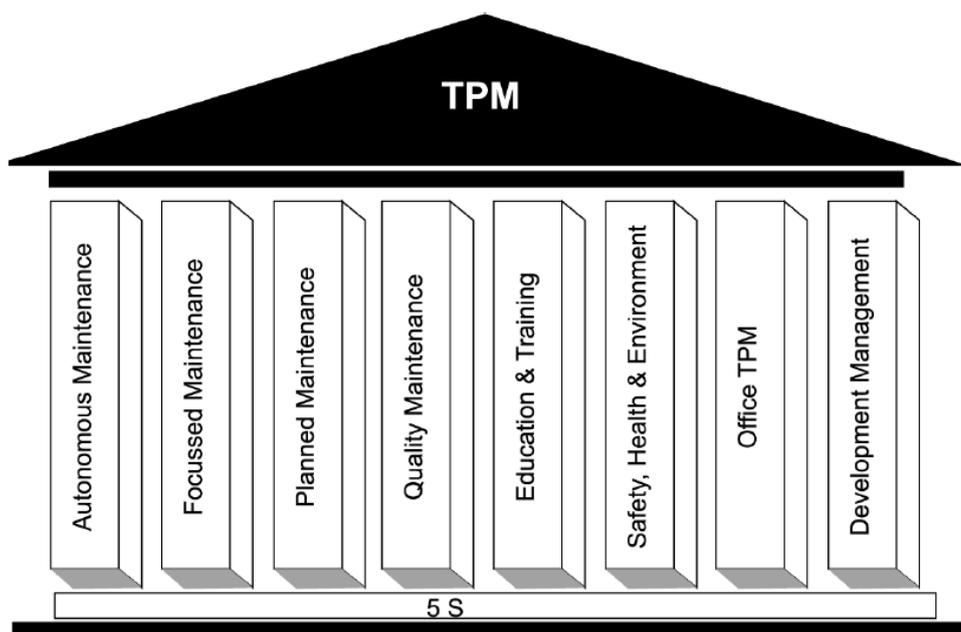


Figura 4 – Pilares TPM (Ahuja et al., 2008)

3.2.1. Manutenção autônoma

A manutenção autônoma é aquela realizada pelos operadores das máquinas e que visa manter os seus equipamentos em funcionamento de forma eficiente e estável (Suzuki, 1994). Ainda de acordo com Suzuki (1994), a manutenção autônoma tem como objetivos:

- Prevenir a deterioração dos equipamentos através de uma operação correta e verificações diárias;
- Devolver ao equipamento o seu estado ideal através da restauração e de uma gestão adequada;
- Estabelecer condições básicas para manter o equipamento em bom estado.

Segundo Chan et al. (2005) não importa se as técnicas de produção numa empresa são muito avançadas ou não, dado que são sempre os operadores que afetam o desempenho da fábrica. Deste modo, o papel dos operadores na manutenção deve ser reconhecido e ser considerado de grande importância. Desta forma, os técnicos de manutenção podem ser alocados a tarefas que requeiram conhecimentos técnicos mais avançados, diminuindo assim os custos e aumentando a eficiência.

Contudo, as responsabilidades pela manutenção do equipamento não devem ser assumidas apenas pelos operadores, devendo haver um entendimento entre operadores e técnicos de manutenção sobre a partilha de tal responsabilidade (Chan et al., 2005).

Segundo Chan et al (2005), os operadores têm as seguintes responsabilidades na manutenção dos equipamentos:

- Manter as condições básicas de funcionamento do equipamento, através da limpeza, lubrificação, afinações e ajustes;
- Manter as condições de funcionamento fazendo uma inspeção visual ao mesmo de forma a encontrar precocemente indícios de potenciais problemas;
- Melhorar a sua capacidade de operação no equipamento e das ações de manutenção autônoma que executa.

Chan et al. (2005), também define quais as responsabilidades do pessoal de manutenção para com o equipamento:

- Fornecer apoio técnico às atividades de manutenção autónoma;
- Reparar e manter em funcionamento os equipamentos através de inspeções técnicas e das revisões efetuadas;
- Explicar as normas de funcionamento, transmitindo os pontos fracos do equipamento;
- Melhorar o know-how da manutenção, para a realização de ações de manutenção mais eficazes.

Segundo Suzuki (1994), para desenvolver e implementar um programa de manutenção autónoma com sucesso, é necessário rigor e continuidade. Um outro fator chave é a conjugação entre as melhorias instaladas nos equipamentos, a formação e o treino dos operadores.

Após conhecimento deste pilar da metodologia TPM, importa agora saber como se implementa. De seguida são apresentados os passos para a sua implementação.

3.2.1.1. Limpeza inicial e inspeção

A limpeza inicial é a primeira tarefa necessária para a implementação de um programa de manutenção autónoma. Contudo, por vezes esta tarefa não é executada e traz alguns receios aos operadores, já que eles não aceitam as limpezas como sendo parte do seu trabalho, já que temem que sejam rebaixados com esta tarefa (Borris, 2006). Desta forma, é necessário desmistificar este conceito, de forma a explicar aos operadores toda a importância que a limpeza tem na deteção das falhas no equipamento.

De acordo com Suzuki (1994), o objetivo desta primeira etapa, é limpar toda a área envolvente do equipamento, passando posteriormente para a limpeza deste. Todo o pó, óleo e sujidade devem ser limpos, para expor os problemas existentes na máquina, identificando-os com uma etiqueta, para posterior correção. Devem ser anotados todos os defeitos de forma a devolver ao equipamento as condições iniciais e ideais de funcionamento.

3.2.1.2. Eliminar causas de contaminação e áreas de difícil acesso

O objetivo desta fase é identificar as fontes de contaminação, que podem causar a degradação do equipamento, e proporcionar soluções para corrigir este problema, como por exemplo instalando sistemas de recolha de resíduos resultantes da operação.

Segundo Yoshida et al. (1990), esta tarefa visa travar a deterioração dos equipamentos, em situações em que estes não se encontrem limpos, em que os pontos que necessitam de lubrificação não sejam lubrificados ou mesmo quando haja sinais negligenciados de vibrações. A deterioração dos equipamentos pode resultar da atividade do próprio equipamento e do comportamento humano, devido ao operador não realizar a manutenção necessária.

Facilitar o acesso às áreas bloqueadas é crucial, para que limpar ou inspecionar seja uma tarefa mais fácil. Com a abertura das áreas de difícil acesso, como por exemplo a colocação de vidro ou acrílico na substituição de chapa para uma melhor observação, é possível que o operador facilmente identifique um problema numa área em que anteriormente seria necessário desmontar para realizar a inspeção (Willmott et al., 2001).

3.2.1.3. Definir standards de manutenção

Neste passo, são definidas as normas de limpeza, lubrificação e inspeção dos equipamentos, que devem ser seguidas pelos operadores, de forma a manter os equipamentos nas condições ideais de funcionamento. É importante a definição destes standards para que qualquer que seja o operador que realize a tarefa, a possa realizar da mesma forma (Willmott et al., 2001).

Nestes procedimentos, são definidos os passos para a realização das tarefas de limpeza e lubrificação, já que previnem o desgaste no equipamento. Deve ser definida a periodicidade com que a limpeza e lubrificação serão feitas, quais os locais a limpar e a lubrificar, e quais as ferramentas e materiais necessários para a realização destas operações. Nas folhas dos standards, deve também constar que pontos do equipamento devem ser inspecionados, se é necessário medir alguma grandeza ou verificar se existe desgaste de peças (Nadarajah et al., 2005).

3.2.1.4. Formação dos operadores

Os operadores dos equipamentos devem adquirir os conhecimentos básicos e necessários relativos ao equipamento, e devem ter também a capacidade de detecção de anomalias. Só com conhecimento nestas áreas, eles irão ser capazes de realizar as rotinas definidas e manter o equipamento nas condições desejadas (Nadarajah et al., 2005).

3.2.1.5. Organização do posto de trabalho

Anteriormente foi dito que a metodologia 5S está na base não só da metodologia TPM, mas de muitas metodologias de melhoria. Deste modo, o posto de trabalho, o equipamento e a área em redor dele, deve estar limpos e organizados, para facilitar a gestão visual de toda a área. Devem ser alocados de forma lógica os materiais e ferramentas de trabalho, e devem também organizar-se as ferramentas e os materiais para as rotinas de inspeção, limpeza e lubrificação, de forma a poupar tempo na procura destes objetos (Willmott et al., 2001).

3.2.1.6. Melhoria contínua

Após a implementação da filosofia de manutenção autónoma, esta não deve ser vista como um trabalho estático, mas sim dinâmico, que se vai adaptando ao longo do tempo, como resultado da experiência e conhecimentos adquiridos. Desta forma, devem ser analisados periodicamente todos os registos de informação relacionados com a manutenção, de forma a analisar as avarias mais frequentes, e propor ações de melhoria preventiva para as solucionar. Devem também ser realizadas auditorias por forma a avaliar se as ações de manutenção autónoma, como a lubrificação, limpeza e inspeção, estão a ser realizadas conforme o estabelecido (Willmott et al., 2001).

3.2.2. Melhorias nos equipamentos

Este pilar da metodologia TPM, corresponde às atividades de melhoria realizadas nos próprios equipamentos, por equipas multifuncionais compostas por elementos das diversas áreas, como por exemplo da produção, manutenção e operadores. Estes aperfeiçoamentos têm como objetivo reduzir as perdas identificadas anteriormente, visando assim zero falhas, zero defeitos e zero desperdícios no funcionamento dos equipamentos (Suzuki, 1994). É também neste pilar que se

procura eliminar os desperdícios associados ao equipamento, referidos anteriormente.

3.2.3. Manutenção planeada

O objetivo da manutenção planeada é eliminar falhas, obtendo assim equipamentos mais fiáveis. Contudo, mesmo quando se realizam práticas de manutenção sistemática, podem ocorrer avarias, já que os intervalos planeados para as manutenções podem não estar ajustados às falhas reais do equipamento. Assim, é necessário calcular, por exemplo o tempo médio entre falhas, para assim se saber o tempo entre falhas do mesmo tipo, de forma a ajustar o planeamento para prevenir aquele tipo de falhas (Suzuki, 1994).

3.2.4. Gestão da qualidade

A gestão da qualidade orientada à manutenção, visa criar condições para prevenir defeitos originados pelo equipamento, ou seja, atingir a meta de zero defeitos. Segundo Suzuki (1994), as características do produto são influenciadas pelas condições dos componentes do equipamento. Contudo, este não é o único fator que influencia o produto, já que os materiais, os recursos humanos e os métodos utilizados também têm algum peso.

Para implementar a gestão da qualidade na manutenção, é necessário determinar qual o tipo de relação entre os fatores que influenciam a qualidade, determinando assim quais os defeitos que eles causam. Para as indústrias que têm elevada dependência de equipamentos, este passo é de extrema importância, já que identificando os defeitos causados pelos equipamentos, pode depois identificar-se quais os componentes do equipamento que causam esses defeitos, identificando assim a causa do problema, criando depois planos de manutenção que permitam substituir esses mesmos componentes antecipadamente, prevenindo a ocorrência de defeitos (Suzuki, 1994).

3.2.5. Formação

O objetivo deste pilar, é desenvolver operadores capazes de executar com a eficácia necessária as práticas da metodologia TPM, fazendo assim com que os seus recursos humanos se dediquem eficazmente às tarefas.

Devido ao processo de implementação da metodologia TPM ser um processo evolutivo, a formação dos recursos humanos também o deve ser. Só através duma aprendizagem contínua é possível que os operários estejam estreitamente ligados ao seu equipamento de forma a cuidar dele de acordo com todos os requisitos necessários (Suzuki, 1994).

3.2.6. Segurança e ambiente

Este pilar tem como objetivo a criação de um local de trabalho com todas as condições de segurança necessárias, de forma a que seja possível alcançar a meta de zero acidentes, zero danos na saúde e zero incêndios. Estes objetivos são conseguidos com a implementação da metodologia 5S, que permite obter um posto de trabalho mais organizado, permitindo assim eliminar riscos que colocam em causa a segurança do trabalhador. Com a melhoria dos equipamentos, também é possível implementar mecanismos e proteções que aumentem a segurança do trabalhador (Suzuki, 1994).

Ao nível de proteção ambiental, deseja-se minimizar o impacto das manutenções realizadas, através da reciclagem e eliminação segura de resíduos e através da diminuição do consumo de energia.

3.2.7. TPM em áreas administrativas

Os departamentos administrativos desempenham um papel de grande importância no apoio às diversas atividades de um sistema produtivo. Assim, as atividades no âmbito do TPM desenvolvidas por estes departamentos, não devem apoiar apenas a própria implementação da metodologia, mas também devem melhorar os seus próprios serviços e organização. Contudo, a medição da eficiência nos departamentos administrativos, nem sempre é fácil quando comparada com as áreas produtivas.

Um programa de implementação da metodologia TPM nas áreas administrativas tem como principal objetivo criar uma base de dados de informação de qualidade, agilizando o fluxo de informação e análise dos vários processos (Suzuki, 1994).

3.2.8. Gestão de novos equipamentos

Este pilar consiste em atividades realizadas durante o planeamento da aquisição ou construção dos equipamentos que realça a importância de garantir elevada fiabilidade dos equipamentos, durabilidade, economia, segurança, fiabilidade, baixos tempos de set-up e elevada manutibilidade.

Segundo Willmott et al. (2001), a gestão dos novos equipamentos por parte duma empresa, deve basear-se na aprendizagem adquirida com os equipamentos existentes e com as melhorias incorporadas nos equipamentos, de forma a não cometer erros que foram cometidos no passado.

3.3. Metodologia para a implementação do TPM

Para que a metodologia seja desenvolvida com sucesso, a sua implementação deve ser uma sequência lógica de passos, de forma a que todas as etapas sejam realizadas de forma consistente e que fiquem enraizadas na organização. Segundo Park et al (2001), a metodologia para a implementação do TPM, é uma sequência de quatro fases, a preparação, introdução, implementação e consolidação.

3.3.1. Fase 1 – Preparação

Na fase inicial da implementação, deve ser anunciado pela gestão de topo a intenção de implementar de um programa TPM. Ao fazerem isto, a gestão de topo e a administração da empresa, devem apresentar o conceito TPM, quais os seus objetivos e benefícios esperados, mostrando assim um total envolvimento com esta implementação e fazendo passar a mensagem que esta é uma matéria fulcral para o sucesso da empresa.

Após o anúncio da implementação da metodologia TPM, esta deve ser publicitada junto de todos os departamentos da empresa, entregando alguma informação sobre a metodologia. Deve ser dada formação aos quadros intermédios da empresa (chefes de secção e de linha, por exemplo), e informação de fácil perceção aos restantes colaboradores, como gráficos, fluxogramas e material visualmente apelativo. Será também constituído um grupo que terá como objetivo promover a implementação do TPM, definir as políticas e objetivos a ser atingidos e retransmitir esses objetivos aos departamentos, que serão criadas de modo a

coordenar a implementação nesses sectores, definindo planos de formação e objetivos específicos.

Definidos os objetivos e divulgada a intenção de implementar o TPM por todos os departamentos da empresa, elabora-se, posteriormente, o plano e definem-se as etapas para a implementação da metodologia. Neste plano será definida a calendarização das várias atividades e o tempo que durará a implementação.

3.3.2. Fase 2 – Introdução à metodologia TPM

Nesta fase, dá-se o envolvimento de todos os trabalhadores com a metodologia TPM. É comunicado aos colaboradores todos os objetivos, políticas e metas definidas, e quais as atividades que irão ser realizadas, bem como a sua calendarização. São iniciadas as primeiras formações com os operadores, destinadas a eliminar as seis grandes perdas.

3.3.3. Fase 3 – Implementação da metodologia

Esta etapa da implementação incide sobre a melhoria da eficácia dos equipamentos, usando diversas ferramentas de melhoria e da qualidade. Devem então ser selecionados os equipamentos alvo. O grupo de trabalho deve identificar os problemas detetados e associados aos equipamento em questão e desenvolver ações de melhoria. Devem ser também analisados os registos históricos da tendência de avarias do equipamento, propondo soluções de manutenção preventiva, manutenção autónoma ou melhorias no equipamento de modo a minimizar os problemas.

Após a análise das avarias nos equipamentos, deve implementar-se o programa de manutenção autónoma. Para tal, os operadores devem receber a formação necessária para terem as noções básicas de manutenção e adquirirem as competências para a realização da manutenção autónoma. Devem ser ainda desenvolvidos e incutidos nos operadores, os standards de manutenção, de limpeza, lubrificação e inspeção sendo o departamento de manutenção o responsável por desenvolver e avaliar os conhecimentos dos operadores nesta área. Um outro passo nesta etapa passa ainda pela implementação de um programa de manutenção planeada, definindo um calendário onde serão agendadas todas as operações de manutenção preventiva a realizar pelo departamento de manutenção, de modo a diminuir falhas.

Paralelamente a todos os passos de gestão dos equipamentos em funcionamento, deve ainda ser feita uma gestão de todos os equipamentos novos que serão adquiridos, devendo-se para tal considerar a experiência com equipamentos antigos dentro da mesma família, e considerar indicadores como a fiabilidade, facilidade de operação, tempos de set-up e reduzida e fácil manutenção.

3.3.4. Fase 4 – Consolidação

Esta última fase tem como objetivo controlar e monitorizar os resultados da implementação do TPM. Não é fixa no tempo, já que se estende para lá da implementação, analisando os resultados e registos obtidos. Para o controlo do programa TPM, também são efetuadas auditorias para assegurar a continuidade do TPM e de forma a promover a sua melhoria contínua.

4. Indicadores de gestão da manutenção

Segundo Cabral (2009) só se gere aquilo que se pode medir. Desta forma, os indicadores de gestão da manutenção tornam-se fundamentais para atingir a excelência da manutenção e utilizar os bens de uma forma competitiva. De acordo com a norma NP EN 15341 2009, os indicadores de desempenho da manutenção são definidos como grandezas que têm como objetivo medir o estado, estabelecer comparações, diagnosticar, definir metas e objetivos, planejar ações de melhoria e medir os resultados das modificações a longo prazo. Ainda de acordo com a norma, o bom desempenho da manutenção é o resultado da utilização eficiente dos recursos para manter a condição de um bem, para que ele possa cumprir a função requerida.

Contudo, para a construção destes indicadores, é necessária uma base de dados capaz de fornecer toda a informação necessária. Para a construção desta base de dados, o registo de todas as ocorrências deve ser feito para que a informação seja usada quando necessário. Essa informação relativa às ocorrências é de vital importância, pois só com essa informação mais simples será possível construir indicadores mais complexos. Assim, deve proceder-se ao registo de informação que se considere relevante para a gestão da manutenção, tais como:

- Tempo de funcionamento dos equipamentos;

- Tempo de manutenção ou reparação;
- Tempo de espera para reparação;
- Tempo de indisponibilidade do equipamento;
- Custo total de manutenção;
- Custo de manutenção corretiva;
- Custo de manutenção preventiva;
- Custo com subcontratação de empresas externas;
- Entre outros.

Em seguida, são apresentados indicadores para medir a eficiência dos processos de manutenção, nomeadamente o OEE (*Overall Equipment effectiveness*), o MTBF (*Mean time between failure*) e outros indicadores que poderão ser usados para estabelecer comparações e implementar melhorias na empresa onde se realiza o estudo.

4.1. OEE – Eficiência do equipamento

O OEE é um indicador associado à metodologia TPM, já que mede as perdas associadas aos equipamentos. Com a adoção desta metodologia, irão obter-se melhorias significativas na produtividade e eficiência da empresa, através da redução do número de avarias, do aumento da disponibilidade dos equipamentos e de um melhor desempenho do equipamento relativamente à velocidade de processamento e produção de produto não conforme.

Sendo assim, o OEE resulta de três fatores, a disponibilidade do equipamento, a *performance* e a qualidade dos produtos e é obtido pelo produto desses fatores (Ahuja et al., 2009).

$$OEE = Disponibilidade \times Performance \times Qualidade$$

A disponibilidade do equipamento relaciona o tempo total disponível para operação, com o tempo efetivo que o equipamento produziu, podendo este tempo de inatividade englobar as paragens devido a avaria e tempos de set-up.

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo disponível} - \text{Tempo de paragem}}{\text{Tempo Disponível}}$$

Já a performance do equipamento relaciona a quantidade produzida, com a quantidade que o equipamento deveria ter produzido. São assim contabilizadas as perdas de velocidade de funcionamento do equipamento tais como as micro-paragens e redução de velocidade de operação.

$$Performance = \frac{Tempo\ de\ ciclo\ ideal \times Unidades\ produzidas}{Tempo\ de\ operação}$$

Por último, o fator Qualidade compara o número de produtos produzidos, com aqueles que de facto cumprem as especificações definidas em projeto, ou seja, que cumprem os requisitos de qualidade. Nesta variável, são assim englobadas as perdas por retrabalho, peças não recuperáveis, perdas no início da produção, etc.

$$Qualidade = \frac{Unidades\ produzidas - Unidades\ defeituosas}{Unidades\ produzidas}$$

Deste modo, segundo Ahuja et al. (2008), o indicador OEE fornece dados quantitativos necessários para relacionar o estado da manutenção e as estratégias adotadas pela empresa. Este indicador pode ainda ser utilizado como um índice que mede o nível de confiança do sistema de produção, pois quanto mais elevado for o indicador, com maior margem de segurança se pode afirmar que o sistema de manutenção é fiável e eficiente, e terá um nível reduzido de falhas.

4.2. Outros indicadores relevantes

Além do OEE, existem diversos indicadores que permitem controlar e medir o desempenho da manutenção. Para definir e descrever os indicadores a usar na gestão da manutenção, foi criada a norma NP EN 15341 2009 que estabelece uma série de indicadores capazes de monitorizar o desempenho do processo de manutenção. A norma agrupa estes indicadores por diferentes áreas: indicadores económicos, técnicos e organizacionais.

Pelas razões acima citadas, os indicadores tornam-se fundamentais, já que é com base na informação proveniente deles, que se pode decidir qual o melhor rumo, medindo assim o resultado das ações de melhoria aplicadas. De seguida serão apresentados alguns indicadores de gestão da manutenção, segundo a norma NP EN 15341 e segundo Cabral (2009).

O tempo médio entre falhas permite apurar a fiabilidade do equipamento. Exprime o tempo entre avarias, permitindo saber se a falha é recorrente, quando calculado para cada modo de falha.

O tempo médio entre falhas pode ser calculado da seguinte forma:

$$\text{Tempo médio entre falhas (horas)} = \frac{T_c \times FMD}{N_{av}}$$

Em que:

- T_c – número de dias do período em análise
- FMD – funcionamento médio diário (horas/dia)
- N_{av} – número de avarias no período em análise

O tempo médio de reparação (MTTR) é um indicador que permite saber o tempo médio de reparação de avarias. Um tempo de reparação baixo, permite concluir que as reparações se fazem com rapidez.

$$\text{Tempo médio de reparação} = \frac{\sum TR_i}{N_{av}}$$

Em que:

- $\sum TR_i$ – somatório dos tempos de reparação, em horas, no período em análise
- N_{av} – número de avarias no período em análise

O tempo médio de espera de atendimento (MWT) permite saber quão rápido reage a equipa de manutenção ou a empresa subcontratada a um pedido para reparação de uma avaria, medindo assim a sua eficiência.

$$\text{Tempo médio de espera} = \frac{\sum TDEi}{Nav}$$

Em que:

- $\sum TDEi$ – somatório dos tempos de espera, em horas, no período em análise
- Nav – número de avarias no período em análise

Outros indicadores permitem avaliar qual a percentagem das tarefas de manutenção que são realizadas por empresas subcontratadas e a fracção que determinados custos representam em relação ao custo total associado à manutenção. Também é possível aferir, através de indicadores, qual o tipo de manutenção em que a empresa aposta se segue por exemplo uma filosofia preventiva ou reativa. São apresentados a seguir alguns exemplos.

$$\text{Manutenção realizada por externos} = \frac{\text{Custo com pessoal externo}}{\text{Custo total da manutenção}} \times 100$$

$$\text{Contratos de manutenção} = \frac{\text{Custo total dos contratos}}{\text{Custo total da manutenção}} \times 100$$

$$\text{Manutenção correctiva} = \frac{\text{Custo da manutenção correctiva}}{\text{Custo total da manutenção}} \times 100$$

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

5. Software de gestão da manutenção

Atualmente os softwares de gestão da manutenção estão a tornar-se cada vez mais importantes nas empresas. Segundo Kans et al. (2008), as tecnologias de informação são uma ferramenta de extrema importância para alcançar a eficiência e eficácia dos processos de manutenção, quando corretamente aplicados. Estes sistemas consistem em ferramentas para gerir todo o sistema de manutenção,

podendo mesmo ser integrados com outros sistemas, onde toda a informação é agregada, organizada e tratada estando sempre acessível a todos, permitindo assim planejar e acompanhar todas as atividades de manutenção. Com um sistema de informação para a manutenção, é possível diminuir o tempo de resposta, reduzir o tempo de inatividade, diminuindo assim a frequência de falhas nos equipamentos (Carnero et al., 2006).

De acordo com Wireman (2004), os softwares de apoio à manutenção, têm como objetivo:

- Organizar e facilitar todo o processo de gestão da manutenção;
- Facilitar o acesso mais rápido à informação;
- Facilitar e disponibilizar uma análise às informações de manutenção, como por exemplo através da obtenção de gráficos e indicadores de manutenção;
- Proporcionar a integração do sistema de informação da manutenção com outros sistemas de informação.

Apesar dos softwares de gestão da manutenção pretenderem trazer benefícios para a empresa, tais como melhorar a organização do sistema de manutenção e permitir um bom planeamento, ganhos de eficiência e redução de custos, para que, de facto, funcionem em pleno e sejam uma vantagem competitiva para a empresa, é necessário que se adaptem à realidade da empresa. Segundo Kans (2008), mesmo a mais recente tecnologia implementada numa empresa, não irá trazer quaisquer benefícios, se as pessoas não souberem lidar com ela ou se os objetivos da empresa não se enquadrarem numa política de tão avançada tecnologia. Dessa forma, deve enquadrar-se o grau de detalhe do software à maturidade da empresa no uso deste tipo de sistemas. Assim sendo, e segundo Kans (2008), a fase de determinação dos requisitos do sistema de informação é tida como crítica, pois os requisitos estão na base do funcionamento de todo o sistema. Caso os requisitos para o software de gestão da manutenção fiquem mal definidos, aquando da operacionalização do sistema, não irá ser possível, por exemplo, obter indicadores ou introduzir informação importante para a gestão. De modo a fazer face a tal problema, Kans (2008) propôs uma metodologia capaz de determinar as necessidades e requisitos de um sistema de informação para a gestão da manutenção.

A determinação dos requisitos do sistema começa com a análise das metas da organização, que posteriormente irá afetar as metas individuais e específicas da manutenção, já que os objetivos da manutenção estão sempre dependentes da empresa onde está inserida. Com esta definição, pretende determinar-se qual o grau de abrangência do sistema e quais as funcionalidades que se adequam à realidade.

De seguida, a empresa deve analisar o estado atual do sistema de informação. Devem ser apresentadas as estratégias da manutenção, quais as políticas, objetivos e metas desta área. Com esta definição do estado desejado, é possível traçar como se irá alcançar essas metas e objetivos, ou seja como operacionalizar todo o sistema de forma que seja possível alcançar o máximo de eficiência. No quadro do estado atual, devem também estar representados quais os recursos ao dispor da manutenção, quer humanos quer materiais. Deve também ser definida a forma como esses recursos são usados, como são organizadas as manutenções, de forma a perceber-se o que terá que ter o software de gestão para dar resposta a esses requisitos. Por último, deve ser definido qual o grau de maturidade da organização relativamente à utilização de softwares de gestão da manutenção, de forma a adaptar-se o sistema à realidade atual. No caso de a empresa já utilizar um software de gestão, devem ser identificadas quais as funcionalidades atuais do software.

Após traçado o estado atual da empresa e definidas as novas estratégias para a manutenção, deverá analisar-se se o atual software é compatível e tem, ou permite, ter todos os requisitos que suportem as novas estratégias, como por exemplo, executar o planeamento das manutenções, registo do histórico das intervenções, obtenção de indicadores de gestão, controlo dos custos, entre outros.

Caso o atual software não tenha todas estas funcionalidades, deve então passar-se à definição dos requisitos necessários para o seu funcionamento e cumprir as exigências determinadas. Esta fase é crucial para o desenvolvimento e operação do sistema, já que caso o software seja mal dimensionado, isto é, não cumpra os requisitos necessários, não irá permitir que a gestão da manutenção seja gerida de forma mais fácil e eficiente. Contudo, a implementação de um software de gestão da manutenção, não deve ser visto como um processo estático no tempo, mas sim que evolui. Desta forma, é necessário ter em conta que a realidade pode

mudar, devido às mudanças implementadas, já que a maturidade em relação ao uso das tecnologias de informação (TI) na empresa irá aumentar. Deste modo, torna-se necessário prever todas essas alterações, de modo a que o sistema seja flexível e capaz de se adaptar a essas situações.

CAPITULO III – ESTUDO DE CASO

1. A Schmitt & Sohn

Neste capítulo irá ser apresentada a empresa onde se desenvolveu este projeto, a Schmitt & Sohn, que se dedica à produção, montagem e manutenção de elevadores. É uma empresa de origem alemã, que em Portugal está localizada em Matosinhos e tem várias delegações pelo país.

1.1. Organização da empresa

Em termos produtivos, as suas instalações dividem-se em duas unidades fabris, distanciadas por poucos quilómetros, onde são produzidos diferentes partes do elevador. Na unidade fabril 1, na rua da Arroteia, estão localizados os escritórios, gabinetes técnicos e serviços administrativos, bem como a produção do comando do elevador, ou seja toda a parte elétrica, e ainda as oficinas de manutenção. Já na unidade 2, localizada na rua do Barroco, está centrada toda a produção das restantes partes do elevador, como a cabine, portas e outros componentes.

Na figura 5 é apresentado o organograma da Schmitt & Sohn, onde é possível ver como está estruturada a empresa.

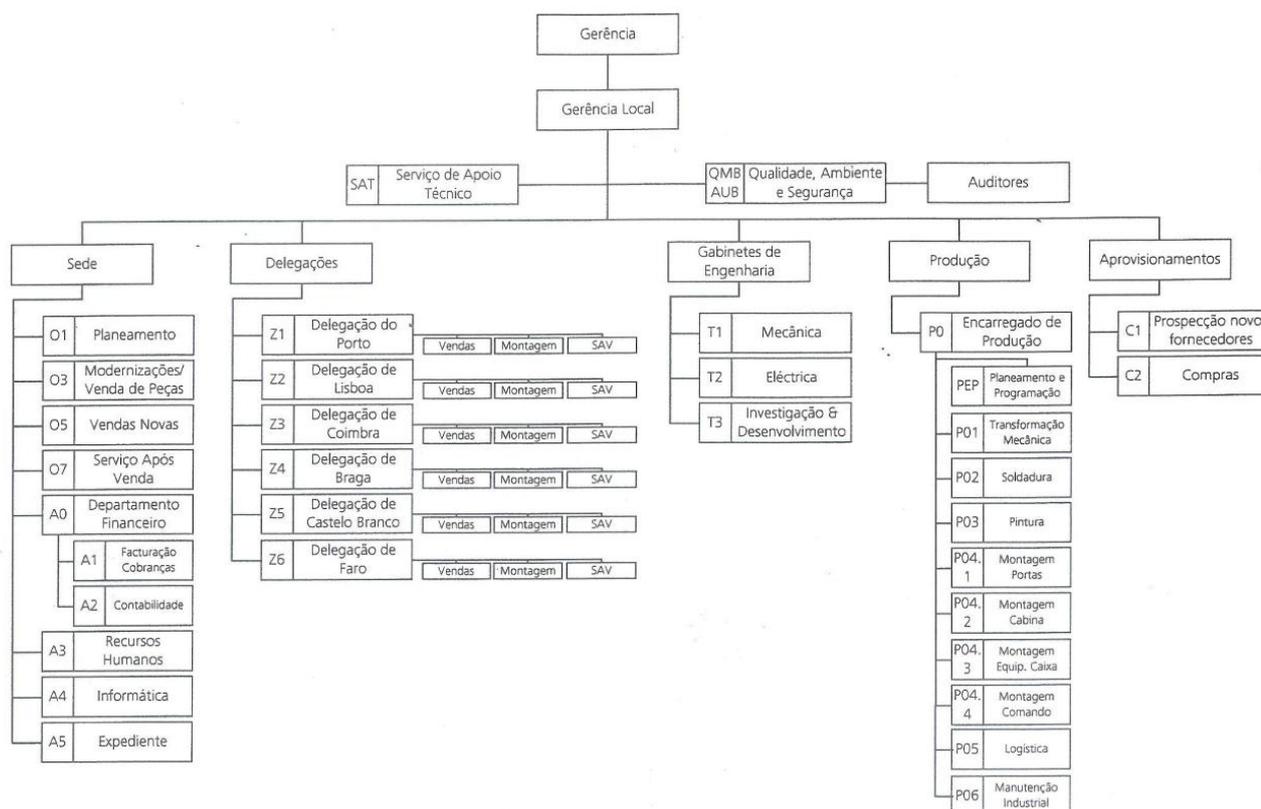


Figura 5 – Organograma da Schmitt & Sohn

1.2. Produtos e serviços

A Schmitt & Sohn fabrica na íntegra todos os componentes do elevador, conseguindo desta forma disponibilizar aos clientes um produto flexível, com diferentes níveis de acessórios, que cumpre assim todas as exigências do cliente. São fabricados produtos para diferentes segmentos de mercado, desde elevadores para edifícios residências, para indústria e comércio, como monta-cargas e monta-pratos ou monta-camas para hospitais.

Além da produção de novos elevadores, a Schmitt & Sohn fornece também um serviço de manutenção a elevadores e escadas rolantes.

1.3. Processo produtivo

A Schmitt & Sohn é uma das poucas empresas do sector a produzir internamente todos os componentes de um elevador, produzindo assim o comando, portas, cabines e outros componentes de relevância. Dadas as exigências atuais do mercado, a empresa encontra-se numa reestruturação de toda a sua área

produtiva, estando a implementar uma filosofia de gestão LEAN. Todo o processo produtivo está a ser redesenhado, tornando-se assim num processo em que os materiais fluem facilmente e em que são eliminados os desperdícios produtivos mais básicos. Está também a ser transmitida uma cultura de 5S aos operadores, de modo a existir disciplina e organização em todos os postos, para que a arrumação e organização do chão de fábrica seja dominante. A organização de toda a logística interna é uma outra área que a empresa pretende inovar e obter melhorias significativas, fazendo com que os materiais cheguem aos postos de trabalho apenas quando necessários e nas quantidades certas. Desta forma, o deslocamento dos materiais entre os postos dá-se através de carros com diferentes cores que correspondem aos diversos fluxos de materiais entre as diferentes secções. Foram concebidos diversos carros para os diferentes órgãos do elevador, atendendo sempre às especificidades dos materiais em questão, como o peso, tamanho e forma. Cada carro transporta apenas o material necessário para a produção de um elevador. Desta forma, garante-se um deslocamento fácil e rápido dos materiais, havendo assim uma fluidez de todo o processo.

O processo de produção de um elevador começa na secção P01 - Transformação Mecânica, que é considerada o coração de todo o processo produtivo, já que é esta secção que fornece quase a totalidade dos materiais às restantes secções. Aqui, chapas, tubos e vigas metálicas são transformadas nas peças necessárias através das operações de corte, quinagem e furação. Após a transformação, saem desta secção, vários fluxos de matérias, destinados a outras secções. Saem materiais para a soldadura (P02), pintura (P03), montagem de portas (P04.1), montagem de cabine (P04.2) e montagem do comando (P04.4).

Na secção P02 – Soldadura, é feita a soldadura manual ou automática, através de robots, de várias peças. A maioria dos componentes produzidos aqui são enviados para a secção P03 - Pintura, já que necessitam de um acabamento final. Na secção P04.1 – Montagem de Portas, dá-se a montagem final das portas de patamar, de cabine e aros. Esta secção recebe material proveniente da transformação de chapa, da pintura e soldadura. Concluída a montagem, o resultado é produto acabado, que é embalado, pronto para ser expedido.

Na secção P04.2 – Montagem da cabine, são produzidas as cabines e as arcadas dos elevadores. Chegam diversos fluxos de materiais, tais como fundos, tetos e painéis de chapa para a construção da cabine. O resultado desta secção é também produto acabado, que é embalado e expedido.

Na secção P04.4 – Montagem do Comando, fabrica-se toda a parte de comando do elevador, ou seja a parte elétrica. É eletrificado, montado e testado o quadro de comando do elevador.

Por último, a secção P05 – Logística, está dividida em logística interna e externa. A logística interna garante o abastecimento de todos os materiais aos postos de trabalho, bem como a sua movimentação no processo produtivo. Já a logística externa, está encarregue da expedição de todo o produto acabado.

2. A Manutenção na Schmitt & Sohn – O estado atual

Atualmente, a gestão da manutenção na Schmitt & Sohn é feita pela secção P06 – Manutenção Industrial. A P06 tem como missão coordenar todas as atividades de forma a manter e colocar todos os equipamentos em plenas condições de operação, tornar os equipamentos fiáveis e de acordo com as funções pretendidas.

Esta secção é gerida por um chefe de secção, e é composta por mais 2 pessoas que auxiliam em algumas intervenções de manutenção, embora não sejam técnicos de manutenção. Contudo, esta secção conta quase a tempo permanente com um técnico de manutenção externo, a quem a empresa recorre para executar algumas intervenções preventivas e corretivas mais simples. Já aquando de problemas mais graves ou intervenções preventivas mais profundas, a secção subcontrata este trabalho a empresas externas especializadas em manutenção.

Quando é necessário a realização de ações corretivas, estas são inicialmente despoletadas através de um pedido da secção a qual pertence o equipamento que necessita de intervenção, de modo a que a secção de manutenção desencadeie de imediato os procedimentos para responder à avaria. No caso de ser possível solucionar a avaria internamente ou com recurso ao técnico de manutenção externo, recorre-se a este, sendo a avaria solucionada e feito o registo da avaria, com as seguintes informações: descrição do problema, origem potencial deste e quais as ações a desencadear para o solucionar. No caso de

não se conseguir solucionar o problema por não existir capacidade devido à especificidade do problema, é então adjudicada a reparação a uma empresa externa especializada em trabalhos de manutenção ou ao próprio fabricante do equipamento de modo a repor as condições normais de operação da máquina, sendo depois feito o normal registo da ocorrência. Na figura 6, é possível ver o fluxograma de tarefas para a realização de uma ação de manutenção corretiva.

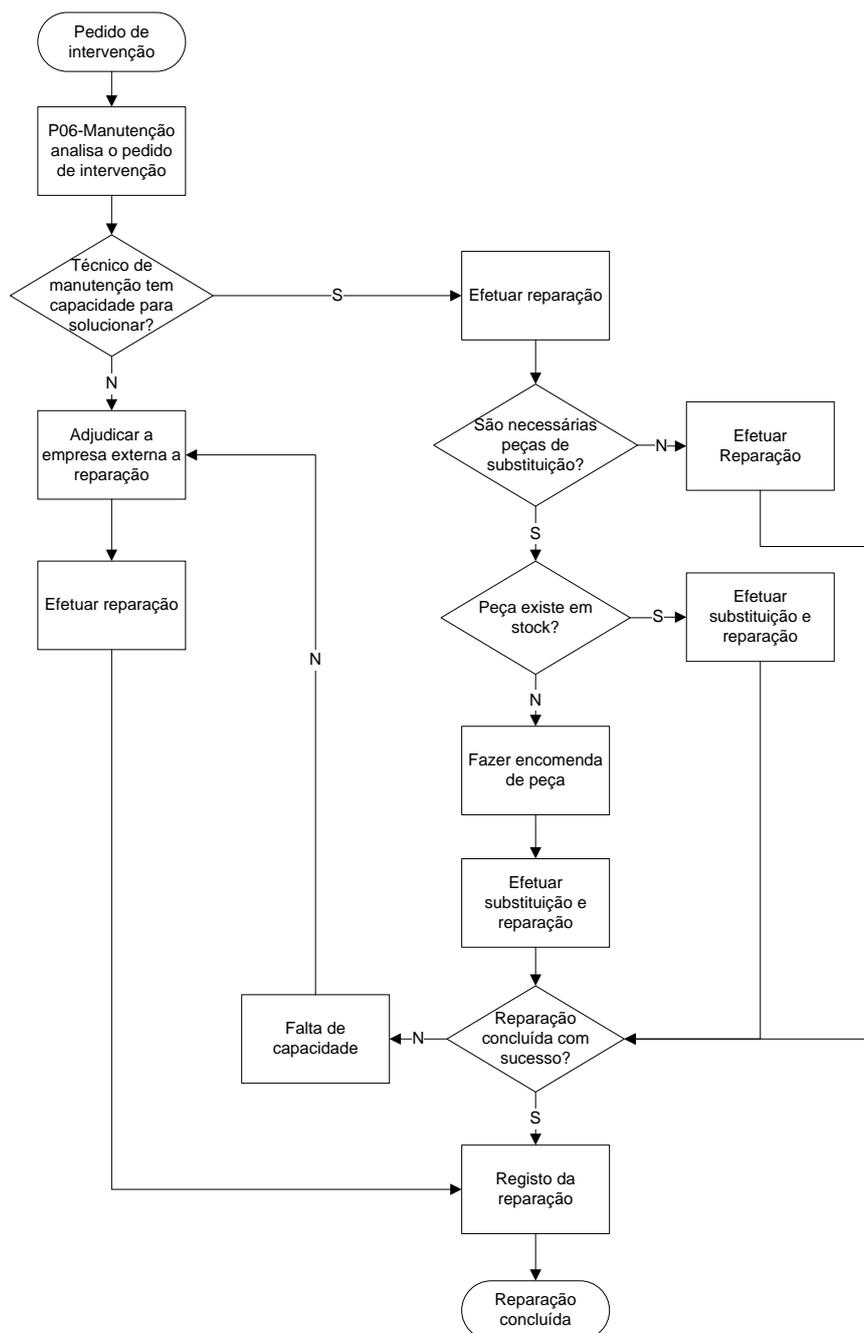


Figura 6 - Fluxograma para pedido de manutenção corretiva

Relativamente à gestão do parque de máquinas, cada máquina ou equipamento possui uma pasta, onde é guardado o manual de instruções original e é registada toda a informação relevante para a máquina, tais como o registo histórico de todas as ações de manutenção executadas ou outras informações que sejam de interesse para o equipamento, como por exemplo os planos de manutenção.

2.1. Máquinas e equipamentos

Uma das partes essenciais num qualquer processo produtivo são as máquinas e equipamentos. No caso da Schmitt & Sohn, e devido à tipologia do processo, existem equipamentos críticos em diversas partes importantes do processo produtivo. Contudo, neste trabalho não irão ser abordados todos os equipamentos da empresa, mas sim apenas os referentes à secção P01 – Transformação Mecânica.

Desta forma, alguns destes equipamentos são bastante críticos, relativamente a possíveis avarias, já que se estas ocorrerem e impossibilitarem o seu normal funcionamento e se a sua substituição for praticamente impossível, o que acontece na maioria dos casos, pode levar a que o restante processo pare devido à falta de abastecimento de materiais.

O maior número de equipamentos críticos concentra-se então na secção P01, já que é aquela que mais peças abastece às restantes secções. Deste modo, os equipamentos pertencentes a esta secção ganham grande importância, já que se apresentarem alguma anomalia e a sua produção for suspensa, as consequências quase imediatas desta paragem, é a interrupção do fornecimento de materiais, podendo levar a que partes do processo parem. Os equipamentos que esta secção dispõe são:

- 1 Máquina corte laser (Trumpf 3030) – Esta é considerada a máquina mais importante de todo o processo de fabrico. É aqui que são cortadas a grande maioria das peças utilizadas na produção de elevadores. A Schmitt & Sohn só dispõe de uma máquina deste tipo, sendo muito difícil a sua substituição em caso de avaria, e se tal acontecer por tempo muito prolongado, as peças produzidas neste equipamento terão de ser subcontratada. É uma máquina tecnologicamente muito avançada, não

tendo a empresa conhecimento suficiente para efetuar intervenções profundas ao equipamento, subcontratando este tipo de trabalhos a uma empresa especializada.



Figura 7 – Máquina de corte laser

- 2 Quinadoras (Adira - QIH 17540, QHD 2512) – Apesar da Schmitt & Sohn possuir duas quinadoras, ambas têm funções diferentes, já que têm tonelagens de quinagem diferentes, não podendo assim quinar todas as espessuras de chapa e, conseqüentemente, todo o tipo de peças. Esta família de equipamentos apresenta uma manutenção mais simples, já que são equipamentos mecanicamente simples, quase sem órgãos móveis, o que diminui o desgaste das peças e equipamento, diminuindo assim as ações de manutenção. Quando surge alguma falha nestes equipamentos, recorre-se ao técnico de manutenção para a sua resolução, e só quando tal não é possível se recorre a uma empresa externa. Relativamente às intervenções de manutenção preventiva destes equipamentos, estas são executadas por uma empresa externa.



Figura 8 – Quinadora QIH 17540

- 1 Viradeira (Schroder – Mak EVO 4) – Este equipamento é um equipamento novo, tendo a sua montagem ocorrido recentemente. Tem características idênticas às quinadoras, porém a forma de dobrar chapa é diferente, já que a pressão não é exercida verticalmente, mas sim através de um braço que sobe e dobra a chapa, obtendo-se assim uma quinagem de maior qualidade e com mais rapidez. A experiência adquirida com este equipamento ainda não é muita, todavia é possível ver que também é um equipamento mecanicamente simples, sem muitas peças móveis, já que o movimento do braço é hidráulico.



Figura 9 – Viradeira Schroder

- 1 Guilhotina (Adira – GHX 1030) – Atualmente, a empresa possui apenas uma guilhotina para corte de chapa. A carga sobre o equipamento não é muito elevada, já que a compra de chapa já é em grande parte feita em lotes com as medidas necessárias. A manutenção do equipamento é simples, sendo apenas recorrente a mudança de lâminas. Relativamente à manutenção preventiva, esta também é feita com recurso a uma empresa subcontratada.



Figura 10 – Guilhotina GHX 1030

- 1 Prensa (Mecânica Exacta – CC100) – Esta máquina está dedicada ao corte e à estampagem de várias peças. Apesar de só existir uma máquina para esta função, a carga do equipamento não é elevada, e o stock existente nos kanbans permite absorver algum tempo de paragem. A manutenção deste equipamento é mais exigente, já que possui órgãos moveis que têm desgaste. A manutenção da prensa é feita pelo fabricante.



Figura 11 – Prensa CC100

- 1 Punçoadora (Goiti - PGA 2) – Esta máquina dedica-se à furação de chapa. Ao contrário da máquina laser que também fura e corta, neste tipo de equipamento a furação é mecânica. É também um dos equipamentos mais críticos da empresa, já que apenas existe uma e a sua substituição não é fácil. Relativamente à manutenção preventiva, esta também é feita por uma empresa externa, sendo as ações mais simples feitas pelo técnico de manutenção.



Figura 12 – Punçoadora PGA 2

Apesar da elevada importância destes equipamentos para a produção, a sua manutenção pode ser considerada simples, já que na sua maioria são equipamentos mecanicamente simples, maioritariamente sem órgãos moveis o que reduz significativamente o número de peças que necessitam de ser substituídas periodicamente. A exceção a este facto prende-se com a máquina de corte laser que é, tecnologicamente, mais evoluída face às restantes, e requer uma manutenção periódica mais exigente e complexa.

2.2. Registo e gestão da informação

O registo e a gestão da informação resultante do processo de manutenção é de extrema importância, pois só, dessa forma, é possível medir o estado atual e se as alterações e melhorias introduzidas no sistema estão a resultar em ganhos para a empresa.

Na Schmitt & Sohn, até há pouco tempo atrás, todo o registo das operações de manutenção era feito manualmente, na pasta de cada máquina, pelo departamento de manutenção. Era um registo centralizado no departamento, o qual envolvia a indicação: a falha detetada, as ações que foram desenvolvidas para a solucionar, a data em que ocorreu e quem realizou essas ações. Contudo, esta forma de registo apresentava grandes limitações, principalmente na forma como tratar a informação recolhida, já que, por exemplo, para o cálculo de indicadores, esta informação teria que ser introduzida manualmente num qualquer software de modo a ser tratada. Também a qualidade da informação em muitos casos não é fiável, já que pequenas ações de manutenção que fossem realizadas pelo operador da máquina não eram registadas, entre outros casos. Neste formato, também não há o registo de qual a duração da paragem do equipamento, impossibilitando assim o cálculo de tempos de paragem.

Para fazer face a alguns problemas existentes no registo de informação, há cerca de um ano, a empresa adotou um novo método para o registo. Passou então a ser feito num software básico, integrado no sistema informático da empresa, o Navison. Porém, o software utilizado para o efeito, advém de uma adaptação feita ao software usado na sede da empresa na Alemanha, onde é usado para registar testes e certificações feitas a ferramentas, como por exemplo berbequins e rebarbadoras, usados por técnicos na manutenção de elevadores, comprovando

assim que as ferramentas cumprem as exigências legais em vigor na Alemanha. Devido a este facto, o software apresenta bastantes limitações para o seu uso no contexto da gestão da manutenção dos equipamentos da empresa, já que por exemplo no interface do software, aparece inúmera informação que não é necessária na gestão da manutenção, como por exemplo informação sobre características elétricas do equipamento. O software permite então registar o parque de máquinas e equipamentos, a que secção pertence ou quem os utiliza (separador “Geral” e “Recurso”, da figura 13). Tem ainda um campo onde é possível descrever um único plano de manutenção preventiva para cada equipamento, definindo a sua periodicidade (separador “Normas de ensaio”, da figura 13).

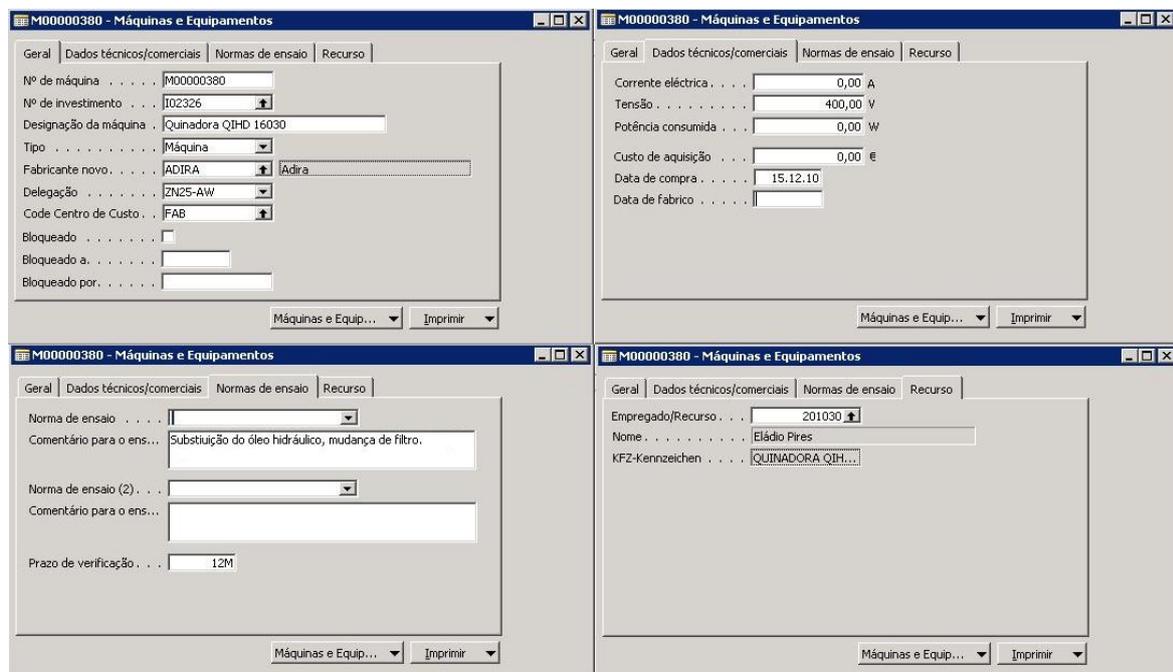


Figura 13 – Menus do software

Relativamente ao registo das intervenções de manutenção (figura 14), é possível fazer o registo das ocorrências, sendo atribuído um número a cada intervenção, podendo ser feita a distinção entre manutenção preventiva ou corretiva, sendo feita também uma descrição do problema e quais as ações desenvolvidas para o solucionar.

Figura 14 – Menu de registo de intervenções

Para colmatar algumas das falhas que existiam não só no sistema de informação da manutenção mas também relativas à medição de tempos improdutivo na empresa, nomeadamente nas áreas de controlo de tempos de manutenção e nos tempos de paragem dos equipamentos, no início de 2012, foi então introduzida na secção P01 uma folha individual de registo de paragens para cada equipamento. Nessa folha, o operador regista todos os tempos e motivos de paragem do equipamento, sejam eles tempos de manutenção, limpeza, mudança de ferramenta, falta de matéria-prima ou outros.

Contudo, apesar desta solução apresentar algumas vantagens e melhorias na quantificação de tempo perdido em cada equipamento, o tratamento dessa informação é ainda muito demorado, já que os tempos anotados têm que ser introduzidos manualmente numa aplicação informática para posterior tratamento. A precisão da informação colocada na folha depende sempre do operador que a preenche, já que a hora inicial e final do acontecimento está sempre dependente do rigor de quem a introduz.

Deste modo, e nas condições do atual sistema de informação da manutenção, a medição para posterior controlo do processo de manutenção não é feita da melhor forma, já que a informação disponível nem sempre é de qualidade e o seu tratamento requer disponibilidade humana para fazer a introdução dos dados para posterior sistematização. Desta forma, não é possível fazer uma contabilização exata e simples do tempo perdido em cada equipamento, inviabilizando assim, por exemplo, a determinação do OEE, não sendo possível caracterizar os equipamentos relativamente a sua eficiência e produtividade.

2.3. Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é um dos pilares da metodologia TPM. Este tipo de manutenção permite antecipar eventuais ruturas, prevenindo assim paragens do equipamento não planeadas e danos de maior gravidade para a máquina.

Sendo esta área tão importante e essencial para os objetivos da empresa, já que a secção que é considerada o “coração produtivo” detém o maior número de máquinas e equipamentos, recentemente foram elaborados, juntamente com empresas externas prestadores de serviços de manutenção, com o fabricante dos equipamentos e com base nos manuais de instruções dos equipamentos, vários planos de manutenção preventiva para as respetivas máquinas, com o objetivo de prevenir todo o tipo de falhas que possam surgir. Estes planos são constituídos por todas as ações necessárias para manter os equipamentos em funcionamento, e com a frequência para a realização dessas mesmas ações, seja essa frequência definida temporalmente ou de acordo com o número de horas de funcionamento da máquina.

Assim sendo, a empresa sabe, antecipadamente, quais as intervenções que deve efetuar e com periodicidade pré-definida, fazendo assim o planeamento das intervenções de manutenção de uma forma mais eficaz. A Schmitt & Sohn pode assim contar com parceiros capazes de a auxiliar na realização de todas as manutenções preventivas ou corretivas, já que estabeleceu parcerias em que ambas as empresas ficam a ganhar.

Atualmente, no caso das manutenções preventivas, estas são feitas de acordo com o plano de cada equipamento, sendo executadas internamente (pelo técnico

de manutenção) nos casos mais simples, e por entidades externas, no caso de intervenções preventivas mais profundas.

2.4. Manutenção autónoma

Um dos motivos que levou a Schmitt & Sohn a adotar uma filosofia TPM foi o facto de a manutenção dos equipamentos poder realizar-se de um modo integrado, ou seja, com a participação dos operadores no processo. Neste momento, tal não é totalmente válido, já que como foi dito, a manutenção é feita por técnicos de manutenção ou empresas subcontratadas, não havendo muita participação direta dos operadores em praticamente nenhuma ação de manutenção. A exceção a este facto prende-se, essencialmente, com a limpeza dos equipamentos, pois atualmente os operadores já dispensam algum tempo diário para a limpeza dos mesmos e com algumas lubrificações. Todavia, apesar da realização destas tarefas, estas não são feitas de uma forma sistemática, ou seja, não é seguida uma frequência fixa para a sua realização, de acordo com aquilo que é necessário para cada equipamento, nem está definido como deve ser feita nem que partes do equipamento devem ser limpas. Quanto às lubrificações, estas são apenas feitas quando o operador acha que tal é necessário, estando sempre relacionadas com a subjetividade de quem as faz. Na grande maioria dos casos, apenas são lubrificados aqueles pontos mais visíveis, sendo os restantes esquecidos, já que não existe um método sistemático para executar as lubrificações.

Além dos standards de manutenção autónoma que são um dos componentes mais importantes da manutenção autónoma, importa referir outros, e ver qual o seu estado atual na empresa. O estado dos equipamentos é algo determinante para o sucesso da implementação. Atualmente, todos estão nas condições desejadas de funcionamento, não havendo por exemplo fugas de óleo que sujem o equipamento ou ponham em causa o seu funcionamento.

Já relativamente à limpeza do posto de trabalho, quando existem resíduos resultantes do processo, como por exemplo as limalhas, estas são recolhidas durante a operação para recipientes próprios de modo a não sujem o posto. No caso da máquina laser, as aparas de metal resultantes do corte são retiradas pelo operador quando se efetua a troca dos tabuleiros de corte e as poeiras e limalhas são aspiradas automaticamente para reservatórios incorporados na máquina.

Quanto à organização do posto de trabalho, todos os postos foram alvo de ações 5S e continuam a ser alvos de melhoria contínua, de modo que sejam mantidos sempre organizados, de modo a facilitar o trabalho.

Por último, é ainda de referir que os operadores não têm conhecimento que lhes permita implementar a filosofia TPM, uma vez que eles não estão bem enquadrados no tema, dado que nunca tiveram contacto direto com a metodologia, em virtude de ser uma nova filosofia que só agora está a ser adotada na Schmitt & Sohn.

3. Implementação de melhorias

Neste capítulo irão ser abordadas possíveis propostas de melhoria para fazer face aos problemas encontrados no atual sistema de manutenção da Schmitt & Sohn. Quanto à análise e à gestão da informação do processo de manutenção existem algumas falhas e défice de informação, já que a informação que é recolhida é pouca e não é significativa, por exemplo, no que diz respeito ao cálculo de indicadores capazes de medir o processo. Já relativamente ao software que gere o sistema, podem também ser adotadas algumas melhorias, simplificando o próprio sistema, permitindo assim que este gerasse informação de forma automática.

Relativamente à filosofia de manutenção presente na empresa, é possível ver que a metodologia TPM ainda não está enraizada. Para a sua implementação é ainda necessário promover os seus vários pilares, começando pelos mais simples e básicos de modo a transmitir e a mostrar a todos os intervenientes no processo os benefícios da metodologia para a empresa, alargando depois esse trabalho.

3.1. Registo e gestão da informação

A recolha, tratamento e gestão da informação referente ao processo de manutenção na Schmitt & Sohn, apresenta algumas deficiências, que se iniciam logo na forma como a informação é recolhida. Existem também novas dificuldades no tratamento dessa informação, já que a forma como a informação chega, aliado ao tipo de software disponível na empresa, que não dispõe das funcionalidades necessárias, inviabilizam a construção de indicadores capazes de controlar e medir o estado do processo produtivo.

Devido às dificuldades existentes a nível informático, o software de gestão da manutenção integrado no Navision deve ser repensado e adaptado tanto quanto seja possível, de modo a permitir uma melhor gestão de diversos parâmetros importantes para o processo, já que só desta forma, é possível cumprir os objetivos definidos. Caso esta adaptação não seja possível, a empresa deve partir na busca de outras soluções, já que a gestão da informação é uma área fulcral, que permite otimizar e diminuir desperdícios, permitindo assim ganhos substanciais para o processo.

Como visto anteriormente, uma das principais dificuldades dá-se logo nos inputs do sistema, ou seja, na informação recolhida, já que esta não é fiável de modo a que possa ser mais tarde tratada. Isto deve-se ao modo como é feito o registo e recolha da informação. Como consequência deste mau sistema de recolha, um dos grandes problemas é a inexistência de tempos de paragem das máquinas, ou os que existem são de muito difícil processamento já que requerem um tratamento manual demorado. Para fazer face a este problema, desenvolveu-se uma aplicação em Excel para ser utilizada na recolha da informação junto a cada máquina. Pretende-se instalar esta aplicação num computador junto a cada máquina, como mostra a figura 15, que atualmente é utilizado para consulta de desenhos e ordens de produção. Contudo, devido a atrasos na instalação dos computadores junto às máquinas, devido à reformulação do layout para instalação da nova máquina Schroder, até ao momento da realização da dissertação não foi possível a colocação dos computadores em todas as máquinas, tendo sido apenas instalados em duas máquinas: na quinadora QHD 17450 e junto à Punçoadora PGA2.



Figura 15 – Computador de apoio instalado da Quinadora QHD17450

A aplicação funciona numa folha de cálculo do Excel. O operador pode registar com facilidade e rapidez o momento em que ocorre uma paragem no equipamento e quando a produção é de novo reiniciada, sendo assim possível saber com exatidão o tempo de paragem e o motivo associado à falha. No caso

das ações de manutenção corretiva pode ainda fazer-se a descrição da falha que a máquina apresenta e quais os trabalhos executados de modo a solucionar o problema. Em seguida, é apresentada a aplicação concebida para o registo de paragens.

Registo de Paragens



Ocorrência	Início	Fim	Duraçã	Operador	Qual o problema detetad	Ações para corrigir a falh	Observações
Falta de Materia Prima	17-9-12 8:12	17-9-12 8:34	00:21:23	Carlos			Erro na chapa
Mudança de Ferramenta	17-9-12 8:34	17-9-12 8:48	00:14:16	Carlos			
Mudança de Ferramenta	17-9-12 9:42	17-9-12 9:47	00:05:13	Carlos			
Mudança de Ferramenta	17-9-12 10:20	17-9-12 10:42	00:21:44	Carlos			
Mudança de Ferramenta	17-9-12 13:58	17-9-12 14:05	00:06:48	Carlos			
Manutenção Preventiva	17-9-12 14:12	17-9-12 14:29	00:16:51	Carlos	Afiar ferramentas		
Mudança de Ferramenta	17-9-12 15:43	17-9-12 16:07	00:23:17	Carlos			
Mudança de Ferramenta	18-9-12 8:05	18-9-12 8:25	00:20:24	Carlos			
Mudança de Ferramenta	18-9-12 8:53	18-9-12 9:00	00:06:33	Carlos			
Mudança de Ferramenta	18-9-12 9:25	18-9-12 9:30	00:05:10	Carlos			
Mudança de Ferramenta	18-9-12 10:35	18-9-12 10:41	00:05:49	Carlos			
Avaria do equipamento	18-9-12 10:38	18-9-12 10:45	00:07:20	Carlos	Falta de programação		
Mudança de Ferramenta	19-9-12 9:25	19-9-12 9:40	00:14:38	Carlos			
Mudança de Ferramenta	19-9-12 10:50	19-9-12 10:54	00:04:21	Carlos			
Mudança de Ferramenta	19-9-12 11:34	19-9-12 11:49	00:14:28	Carlos			
Mudança de Ferramenta	19-9-12 15:09	19-9-12 15:19	00:09:42	Carlos			
Manutenção Preventiva	19-9-12 16:33	19-9-12 16:58	00:24:38	Carlos	Manutencao autonoma		
Mudança de Ferramenta	20-9-12 10:08	20-9-12 10:16	00:07:57	Carlos			
Manutenção Preventiva	20-9-12 11:24	20-9-12 11:36	00:12:16	Carlos	Afiar ferramentas		
Mudança de Ferramenta	20-9-12 13:01	20-9-12 13:22	00:21:14	Carlos			
Falta de transporte	20-9-12 13:40	20-9-12 13:48	00:07:38	Carlos			Falta de stacker
Mudança de Ferramenta	21-9-12 8:42	21-9-12 8:46	00:04:29	Carlos			
Mudança de Ferramenta	21-9-12 10:43	21-9-12 10:54	00:10:35	Carlos			
Mudança de Ferramenta	21-9-12 14:22	21-9-12 14:37	00:15:39	Carlos			

Figura 16 – Software de registo – dados relativos à Punçonadora PGA2

Como é possível ver na figura 16, está representado o layout da folha de Excel usada para o registo de paragens de cada equipamento. O operador pode selecionar qual o motivo da paragem, podendo selecionar um de entre cinco motivos pré-definidos: Avaria do Equipamento; Manutenção Preventiva; Limpeza; Falta do Operador; Falta de Matéria-prima; Falta de Transporte e Mudança de Ferramenta. Em seguida, seleciona automaticamente a hora de início da paragem e, quando se reinicia a produção, seleciona a hora de fim da paragem também de forma automática. Pode ainda ser selecionado qual o operador que naquele momento está a operar o equipamento, introduzir qual a falha do equipamento e quais as ações desencadeadas para a sua correção e pode ainda acrescentar alguma observação que ache necessário registar. É ainda possível ver o número da semana em que ocorreu a paragem.

Desta forma, o registo de dados é mais simples, mais rápido e mais fiável, já que não está condicionado à subjetividade do operador que faz o registo, não é

possível alterar os registos feitos, ficando os dados guardados automaticamente no sistema.

Uma outra vantagem também conseguida é a sistematização do processo, já que através do registo sistemático da informação de cada intervenção, é possível analisar um padrão de avarias para determinada máquina, fazendo assim uma análise mais incisiva de determinada avaria, de modo a que seja possível concluir qual o verdadeiro motivo para uma repetição sistemática de uma falha.

3.1.1. Tratamento da informação

Já relativamente ao tratamento da informação, este também é mais fácil, já que não é necessário um tratamento manual da informação, tal como carregar a informação recolhida em papel para um sistema informático, uma vez que a informação pertencente a cada máquina fica armazenada no computador específico de cada uma, podendo depois ser recolhida e armazenada, centralmente, no departamento para posterior tratamento.

Deste modo, é então possível de uma forma rápida e prática a partir dos dados recolhidos, ver por exemplo, o histórico por tipo de paragens, por data e ainda por operador, já que é possível fazer filtros na aplicação. É ainda possível fazer cálculo de indicadores de forma automática, obtendo-se assim ganhos substanciais no tempo perdido no tratamento da informação. Contudo, a informação disponível até ao momento não é muita, já que devido aos atrasos ocorridos na colocação dos computadores, o registo da informação iniciou-se recentemente, não sendo a informação disponível passível de uma análise fiável, já que pode não ser demonstrativa da realidade do equipamento.

Contudo, agregando toda a informação recolhida durante a primeira semana de instalação do sistema nas duas máquinas acima mencionadas, é possível numa primeira análise, organizar os dados e visualizar, graficamente ou em valores absolutos, o tempo perdido em cada tipo de paragem durante uma semana. Este gráfico é construído automaticamente a partir dos dados recolhidos, e colocado numa outra folha de Excel.

Analisando os gráficos das figuras 17 e 18 é possível ver o tempo absoluto gasto semanalmente em cada um dos diferentes tipos de paragens. Este gráfico é útil,

já que com a recolha de dados relativos a várias semanas, é possível analisar a evolução semanal do tempo perdido em cada equipamento. Pode comparar-se com a semana anterior, já que no caso de introdução de melhorias no sistema, como por exemplo redução de tempos de Setup com a aplicação da metodologia SMED, ou com o evoluir da aplicação da manutenção preventiva e autónoma, é possível ver a evolução do tempo perdido, podendo desta forma fazer-se uma contabilização do tempo ganho com as melhorias introduzidas. É ainda possível analisar eventuais “picos” ou “baixas” no tempo registado, procurando-se a verdadeira raiz desses problemas esporádicos, como por exemplo falta de transporte ou falta de matéria-prima, de modo a que a sua eliminação seja definitiva.

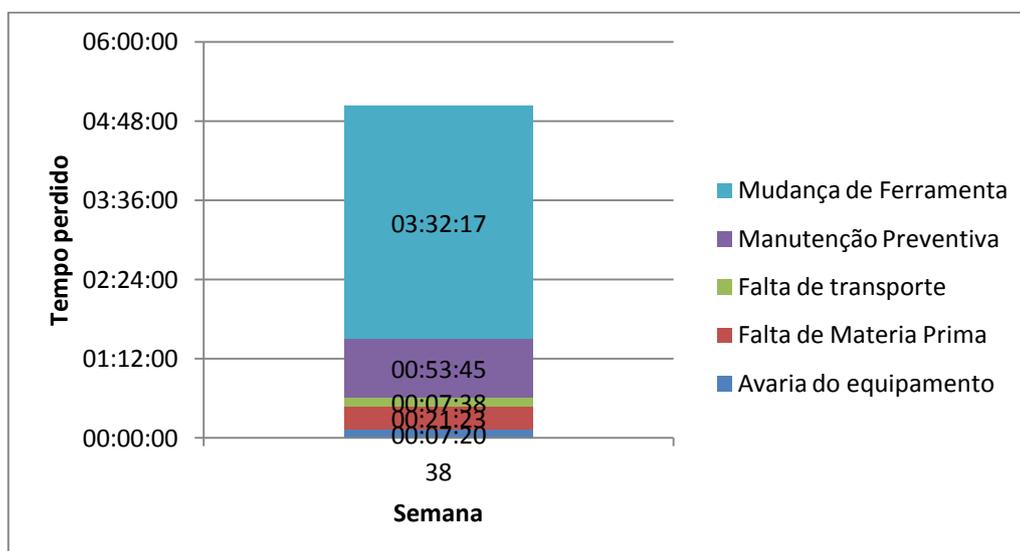


Figura 17 – Gráfico do tempo perdido na Punçonadora PGA2

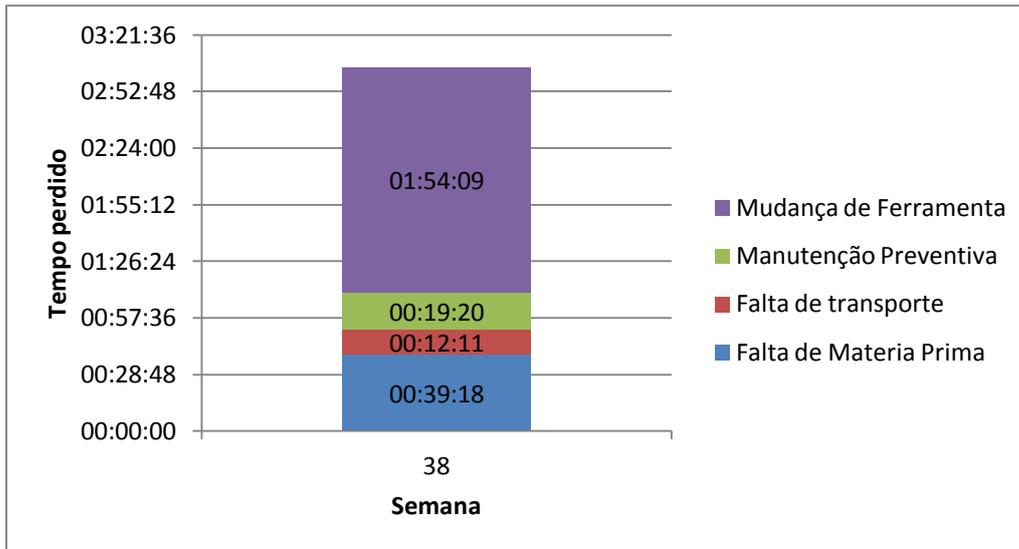


Figura 18 – Gráfico do tempo perdido na Quinadora QIH 17540

Nas figuras 19 e 20 é possível visualizar a percentagem de tempo perdido por semana por tipo de paragem, relativamente à disponibilidade semanal do equipamento em questão. Desta forma, mostrando o tempo perdido em percentagem é possível fazer uma comparação do tempo relativamente a outras máquinas, por exemplo máquinas da mesma família ou com funções muito similares.

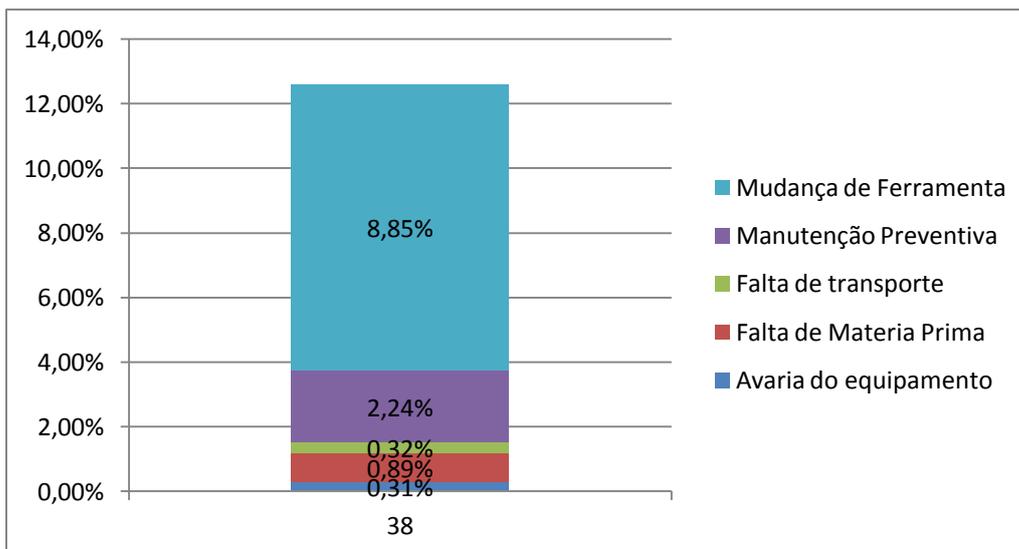


Figura 19 – Gráfico do tempo perdido em %, na Punçonadora PGA2

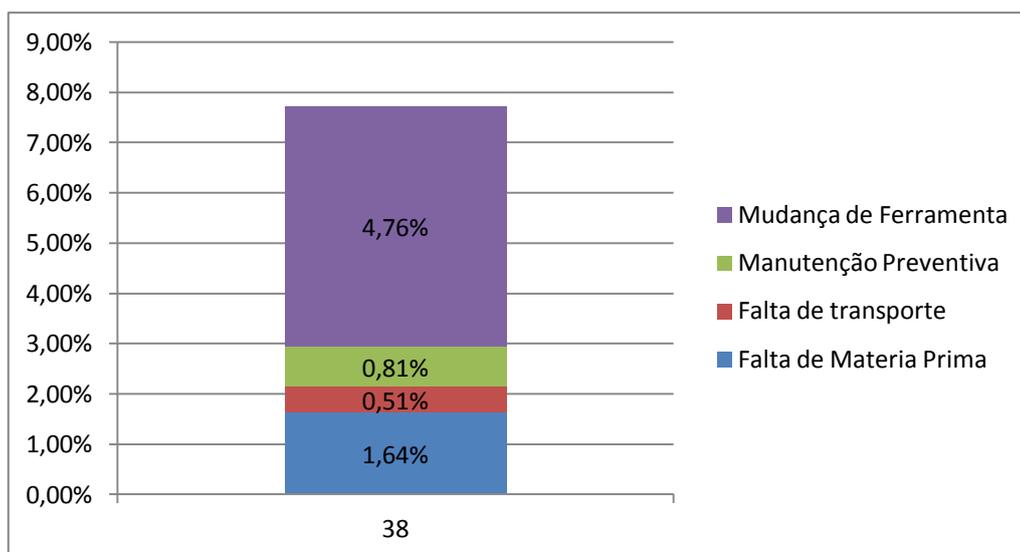


Figura 20 – Gráfico do tempo perdido em %, na Quinadora QIH 17540

Com este novo método de registo, os benefícios são notórios, já que além dos ganhos proveniente da análise, tal como construção de gráficos de simples visualização, o próprio registo em si é mais fácil e simples, e acima de tudo, é possível um fácil tratamento, já que no futuro, pode ser feita a importação destes dados para o software Navison.

Além dos indicadores acima calculados, outros mais podem ser calculados a partir do momento em que exista a informação necessária para o cálculo de indicadores de performance do processo. Um dos indicadores que é possível calcular é o MTBF, que permite determinar o tempo médio entre avarias para um determinado equipamento, sendo possível saber se o equipamento em questão é fiável, ou seja, se está disponível quando é necessário. Além disso, é possível saber se os períodos de substituição de determinadas peças é o correto ou não, já que nos dá a indicação sobre o tempo médio entre falha para um determinado componente. Para demonstrar o cálculo deste indicador, tomou-se como exemplo a Punçadora PGA2, que é um equipamento para o qual existe alguma informação disponível, que apesar de pouca, é passível de ser tratada para calcular o MTBF.

Para o cálculo do MTBF, considerou-se o período de análise de 55 dias e 6 falhas que ocorreram durante este período. Inicialmente e antes do cálculo do MTBF analisou-se através do teste de Laplace se a taxa de falhas deste equipamento é

ou não constante, já que o cálculo do MTBF obtido através da divisão do tempo de operação pelo número de falhas, só é possível se se verificar esta condição. O valor de teste é de -0.13865, valor que fica compreendido entre -1.645 e 1.645 (valores críticos para um nível de significância de 10%), o que comprova que não existe tendência na ocorrência de falhas. É ainda possível concluir, que este equipamento se encontra estável relativamente à ocorrência de falhas.

$$MTBF = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Numero de falhas}} = \frac{55}{6} = 8,5 \text{ dias}$$

Após este cálculo, pode então concluir-se que o valor do MTBF é de 8,5 dias. Desta forma, pode concluir-se que este equipamento apesar dos valores apresentados é um equipamento cuja ocorrência de falhas está estável, apesar da sua idade, o que mostra que têm sido tomadas as ações preventivas que se mostrem necessárias para acautelar o aumento da ocorrência de falhas. É ainda necessário realçar, que estes valores têm que ser tidos em conta com prudência face ao curto período de análise, devendo a análise feita ter esse facto em consideração. O cálculo e a análise completa do MTBF encontram-se no anexo A.

Além da recolha de informação, que é essencial para sustentar qualquer análise, um dos outros problemas encontrados é relativo ao software de auxílio à gestão da manutenção já existente. Ao contrário da aplicação Excel, que tem como grande objetivo a recolha primária de informação, que engloba não só as ações de manutenções dos diferentes tipos mas também tempos de paragem dos equipamentos, que permitirá calcular indicadores, não só relativos a manutenção, mas também relativos a produtividade da secção. Já o software tem uma missão mais geral, de controlo do sistema de manutenção, abrangendo desde o registo de ações de manutenção executadas, planeamento e controlo de custos.

Contudo, o software atual, como foi visto anteriormente não é simples nem permite uma grande variedade de funções que seriam essenciais, já que além da informação que é possível introduzir outra mais seria necessária.

Surge então a necessidade de definir o que é pretendido do software, ou seja, qual a informação que é passível de ser introduzida, e quais as funções possíveis de executar. Uma das funções a acrescentar ao software, é a possibilidade de

importação da informação recolhida na aplicação Excel para o software em questão, já que este tem maior capacidade de análise do que um simples documento Excel. Desta forma, a informação recolhida junto de cada máquina, seria importada para o sistema, passando o software a ter maior capacidade no auxílio à gestão da manutenção. Contudo, para que tal seja possível, é necessário proceder a algumas alterações no software, de modo que a função de importação seja possível de executar, sendo então necessário acrescentar ao software novas funcionalidades e campos. Assim, seria necessário que o software permitisse:

- Introduzir os registo de todas as intervenções, fazendo distinção entre manutenção preventiva ou corretiva. Permitir ainda detalhar esse registo, como por exemplo data e hora de início e fim da falha;
- Introduzir a descrição referente a cada intervenção realizada, sendo possível inserir qual a falha ocorrida e qual a possível origem dessa falha e quais as ações desencadeadas para solucionar o problema;
- Introduzir o registo de quem realizou a intervenção no equipamento, se se recorreu a serviços internos ou externos, e neste caso, qual a empresa que os executou;
- Fazer o planeamento de todos os trabalhos a efetuar para um determinado período, sendo possível efetuar vários planos de manutenção para cada máquina com diferentes frequências de realização. Para uma melhor gestão visual, estes deveriam depois ser apresentados de um modo gráfico (gráfico de Gant) para uma mais fácil e simples visualização;
- Registar todos os trabalhos a decorrer no momento, sendo possível ver qual o estado atual desses mesmos trabalhos e a possível atualização do estado dos mesmos;
- Registar os custos das intervenções, distinguindo o custo dos materiais e da mão-de-obra, de modo a que sejam facilmente apurados quais os custos das manutenções realizadas;
- Gestão da informação, tendo como objetivo final o cálculo de indicadores para análise ao processo.

Deste modo, e através da agregação de toda a informação, é conseguida uma forma de análise capaz de diagnosticar permanentemente qual o estado do processo, medindo assim a sua eficiência. Com os dados agora conseguidos e com informação referente a outras áreas, é assim possível calcular o OEE e os seus componentes, sendo este um dos indicadores que melhor pode medir a eficiência dos equipamentos. É ainda possível calcular e analisar a eficiência e fiabilidade dos equipamentos, o tempo médio entre falhas, o tempo médio de reparação, o tempo médio de resposta a uma avaria e os custos da manutenção preventiva e corretiva, de modo a fazer um balanço entre eles.

Comparando os recursos pretendidos para o software com os que atualmente estão disponíveis, é possível verificar que a maioria deles atualmente não existe, sendo esses os que, contudo, permitiriam uma medição do processo mais eficaz e rigorosa. Neste momento, não existe a possibilidade de fazer as adaptações necessárias ao software, já que teriam que se fazer alterações profundas na sua programação e isto não depende inteiramente da Schmitt Portugal.

3.2. Implementação da metodologia TPM

Um outro problema detetado no processo de manutenção é a falta de envolvimento dos operadores e a falta de um método de trabalho. É este um dos motivos que levou a Schmitt & Sohn a querer enraizar entre os seus colaboradores uma filosofia TPM, já que assim a manutenção dos equipamentos pode realizar-se de um modo integrado. Os operadores participam então no processo, passando a executar algumas operações, tais como inspeções, verificações, limpezas e lubrificações com um método de trabalho definido para obter melhores resultados.

De entre os vários pilares que compõem o TPM, e de forma a ajustar a aprendizagem da empresa que agora está a iniciar a implementação desta metodologia e de uma filosofia de aprendizagem contínua, não irão ser abordados neste trabalho todos os pilares, mas apenas aqueles que neste momento se adequam à realidade da empresa e que mais vantagens poderão trazer a curto – médio prazo. Contudo, esta implementação não deve ser vista como um trabalho estanque, mas sim evolutivo e constante, e que deve ser alvo de uma melhoria contínua, alargando futuramente a implementação a outros pilares da

metodologia, à medida que o conhecimento e experiência da empresa na área também progredam.

3.2.1. Manutenção autónoma

De entre os vários pilares que compõem a metodologia TPM, a manutenção autónoma é aquela que irá ser abordado inicialmente, já que para a introdução de uma nova filosofia o envolvimento do trabalhador é essencial, de modo a que ele se sinta parte integrante do programa de melhoria, colaborando assim de forma voluntária.

De modo a manter os equipamentos sempre em condições ideais de funcionamento, a manutenção não deve ser vista de uma forma isolada, realizada apenas pelos técnicos de manutenção, mas deve envolver também os próprios operadores do equipamento. A colaboração dos operadores no processo de manutenção é assim essencial, já que são eles que lidam diariamente com os equipamentos, que melhor os conhecem e mais fácil e rapidamente podem detetar qualquer anomalia e assim comunicá-la.

Para que este envolvimento seja possível e as tarefas sejam executadas com o necessário rigor, os operadores não deverão realizar as tarefas sem qualquer método, estando sempre dependentes da sua subjetividade. Para fazer face a este problema, foram criados standards de manutenção que o operador deve seguir, de modo a que o trabalho seja sempre feito com o mesmo método, de modo a que seja poupado tempo, haja rigor na execução, e de forma a que possam ser introduzidas melhorias e detetados potenciais problemas, pois só executando uma operação de forma sistemática é possível corrigir e detetar erros. Deste modo, foram criadas instruções de trabalho, que englobam rotinas como inspeções, verificações, lubrificações, limpeza e pequenas manutenções que se mostrem eficazes para a prevenção de avarias nos equipamentos.

Para a execução dos standards de manutenção, usou-se informação disponibilizada a partir de várias fontes, como a informação do manual de instruções da máquina, alguns pontos indicados pelo fabricante ou empresas de manutenção aquando da sua ida a Schmitt & Sohn para a realização de intervenções e o *know-how* do departamento de manutenção e do próprio operador relativamente ao equipamento. No standard de manutenção, além da

forma como o operador deve realizar cada tarefa, está também uma foto do local preciso onde deve ser executada cada tarefa para uma visualização mais fácil.

Dada a tipologia dos equipamentos utilizados no processo produtivo da Schmitt & Sohn, as instruções de trabalho irão centrar-se, essencialmente, em trabalhos tais como verificações, lubrificações e limpeza, já que os equipamentos, tal como foi dito anteriormente, não são mecanicamente complexos, e não detêm órgãos móveis, o que reduz, significativamente, o número de peças que têm que ser substituídas.

Os procedimentos foram impressos no formato tipo poster, folha A3, e colados na lateral da máquina, de forma a uma fácil consulta por parte do operador, permitindo assim uma gestão visual do procedimento. Além do procedimento, existe também uma folha para o registo aquando da realização das tarefas, que é preenchida pelo operador sempre que as executa.



Figura 21 – Procedimentos de manutenção autónoma

O procedimento de manutenção autónoma da máquina laser está subdividido em três procedimentos, correspondentes às tarefas quinzenais, mensais e trimestrais. Ficou estabelecido juntamente com os operadores da máquina e com o chefe de secção, que as tarefas quinzenais seriam sempre realizadas à quarta-feira, de modo a sistematizar o processo, e a sua execução seria alternada entre os dois

turnos existentes. As mensais seriam executadas na primeira quarta-feira do mês, coincidindo assim com o dia das tarefas quinzenais.

As tarefas quinzenais são compostas por: Verificar óleo de pulverização; Limpar foles eixo Z; Limpar foles eixo X; Aspiração; Ver nível da água de refrigeração; Limpar esteira.

Já nas tarefas mensais, será necessário realizar: Verificar nível do óleo hidráulico; Substituir esteira do filtro; Limpeza do equipamento.

Por último, nas tarefas trimestrais é necessário: Verificar nível de massa lubrificante; Verificar nível do óleo de lubrificação; Lubrificar tomador de paletes; Substituir filtro da unidade principal; Medir condutividade da água. No anexo B, encontra-se a instrução de trabalho referente a estes trabalhos, onde está descrito como deve ser feita cada tarefa e o que é necessário para a sua execução.

Relativamente à manutenção autónoma das quinadoras, embora sejam máquinas muito semelhantes e a manutenção a realizar também seja idêntica, devido às diferenças entre modelos, a execução da manutenção tem algumas diferenças, sendo necessárias duas instruções de trabalho que regulem a sua manutenção. Contudo, a realização das tarefas de manutenção devem ser sempre realizadas à quarta-feira.

Na quinadora QIH 17540, existem três frequências de manutenção, semanal, quinzenal e mensal. Semanalmente o operador deve limpar o equipamento; Quinzenalmente, deve lubrificar as guiagens do esbarro e os fusos; Mensalmente, deve lubrificar o esbarro. Já na quinadora QHD 2512, semanalmente o operador deve proceder a limpeza geral do equipamento. Mensalmente, deve lubrificar o fuso e as guiagens do esbarro.

No anexo C e D respetivamente, encontram-se as instruções de trabalho referentes a estes trabalhos, onde está descrito como deve ser executada cada tarefa e o quais os materiais necessários à sua execução.

No caso da viradeira Schroder, a execução da manutenção autónoma centra-se, essencialmente, em tarefas semanais, ocorrendo contudo uma tarefa a realizar-se semestralmente e uma outra anualmente. Assim, semanalmente o operador deve: Lubrificar os grasseres do fuso; Lubrificar fuso do calcador; Verificar o nível de óleo; Lubrificar os grasseres do braço frontal e traseiro; Lubrificar guia do braço; Lubrificar guia do calcador; Lubrificar guias e fuso do esbarro. Semestralmente,

deve limpar o acrílico das barreiras fotoelétricas e anualmente deve fazer a lubrificação.

No anexo E, encontram-se as instruções de trabalho referentes a estes trabalhos, onde está descrito como deve ser executada cada tarefa e o quais os materiais necessários à sua execução.

Uma outra máquina para a qual foram feitos procedimentos de manutenção autónoma é a Prensa CC100. Para esta máquina, as tarefas serão, essencialmente, semanais e uma quinzenal. As tarefas serão realizadas à quarta-feira, devendo o operador realizar semanalmente: Descarregar a purga do ar comprimido; Purgar os depósitos de ar; e Limpeza geral do equipamento. Quinzenalmente deverá ver o nível de óleo do equipamento.

No anexo F, encontram-se as instruções de trabalho referentes a estes trabalhos, onde está descrito como deve ser executada cada tarefa e o quais os materiais necessários à sua execução.

Por último, é apresentada a instrução de trabalho referente a Punçonadora PGA 2. A frequência para a realização das tarefas para este equipamento é semanal, acontecendo sempre à quarta-feira. O operador deve então realizar: Limpeza da mesa; Lubrificação da torreta; Lubrificação das guiagens do carro; Lubrificação do fuso; Lubrificação do punção; e Limpeza do equipamento.

No anexo G, encontram-se as instruções de trabalho referentes a estes trabalhos, onde está descrito como deve ser executada cada tarefa e quais os materiais necessários à sua execução.

Com estes procedimentos de manutenção autónoma, espera-se que seja criado e enraizado um método para a execução dos trabalhos nos operadores. Deste modo, é mais fácil prevenir e detetar falhas e também é possível introduzir melhorias, já que agora existe um standard de manutenção, podendo-se, a partir deste nível, implementar melhorias ao método de trabalho atual.

Após a introdução das instruções de trabalho em cada uma das máquinas que irão ser alvo das ações de manutenção autónoma, importa agora motivar e envolver o operador na execução de cada uma destas tarefas. Para tal, e antes de se entrar na fase de início da manutenção autónoma, é necessário dar a conhecer ao operador qual o objetivo destas ações e em que consiste a própria manutenção autónoma e metodologia TPM. Para tal, foi feita uma pequena formação sobre o que consiste a filosofia, que está apresentada em seguida.

Feito o enquadramento ao tema, é necessário acompanhar o operador na execução das tarefas delineadas de manutenção autónoma, de modo a explicar tudo o que é necessário para a sua execução, e quais os passos a dar em caso de dificuldade. Para tal, foi decidido que no dia de execução das tarefas um elemento da equipa da manutenção iria acompanhar os operadores na execução durante as semanas iniciais, de modo a lhes transmitir como realizar as tarefas corretamente. Espera-se que deste modo haja um envolvimento dos operadores e que sejam executadas as atividades de manutenção desejadas da forma correta, de forma a precaver falhas nos equipamentos. Contudo, para uma deteção antecipada das falhas e para um modo de operação totalmente correto, os operadores deveriam ter uma formação não só sobre a metodologia TPM, mas também sobre a forma de operação dos equipamentos.

3.2.2. Formação

Um dos problemas detetados no modo de funcionamento do atual sistema é a falta de formação dos operadores sobre novos conceitos de gestão, neste caso específico, sobre a metodologia TPM. Devido a ser um conceito novo que agora está a ser implementado na empresa, e para que haja um envolvimento desde cedo dos operadores, estes devem saber, em concreto, com o que estão a lidar, devendo os operadores estar sujeitos a uma pequena formação, onde idealmente, seriam instruídos sobre os conceitos associados ao TPM. Nesta formação, apresenta-se a metodologia TPM, apresentando-se as vantagens para a manutenção, quais os ganhos para a empresa e para os próprios operadores. São também apresentados os pilares em que se baseia a metodologia, e quais os desperdícios associados aos equipamentos. Nesta formação inicial, apesar da grande abrangência da metodologia TPM, foca-se essencialmente o pilar da manutenção autónoma, que apesar de não ser o único pilar já implementado, pois a manutenção preventiva já está em prática, é um tema novo na empresa e também é um foco deste trabalho. No anexo H, encontram-se os slides da formação sobre a metodologia TPM.

3.2.3. Sistema de manutenção

Anteriormente, no capítulo de análise ao atual sistema de manutenção foi descrito o procedimento de resposta a uma manutenção corretiva. Analisando o processo de como é despoletado esse pedido, pode concluir-se que aquele modo de ação não é totalmente eficaz, já que existem alguns tempos desperdiçados em esperas. Caso o técnico de manutenção avance para a reparação e, no final, conclua que não tem capacidade necessária para os solucionar, quer por o problema ser mais grave do que aparenta, ou pelo surgimento de imprevistos, será necessário recorrer a uma empresa externa, existindo neste caso algum tempo perdido. Há também o caso de ser necessário peças de substituição e estas não estarem disponíveis no imediato, tendo que se esperar pela sua entrega, o que também pode gerar tempos improdutivos.

Desta forma, e como este comportamento faz parte duma rotina e não de um procedimento formal que define o modo de ação neste tipo de ocorrência, foi decidido criar um procedimento, capaz de regular estas ações, de modo a diminuir os tempos de paragem.

Assim, quando surge um pedido de manutenção corretiva, ao contrário do que acontece atualmente, a primeira análise é de extrema importância, pois é aqui que é definido quem irá intervir no equipamento, qual a gravidade da falha e o que esta implicará.

A análise deverá ser feita por alguém do departamento de manutenção, com os conhecimentos necessários. Numa primeira análise, deverão constar quais os materiais/peças que poderão vir a ser necessários para a reparação, e caso estas não existam no stock de peças disponível na empresa, a sua encomenda deve ser feita de imediato. Este passo é o primeiro a ser dado, já que no caso da encomenda de peças ser realizada ao haverá um ganho por se antecipar a encomenda. Posteriormente, deve também ser analisado quem irá proceder à reparação, já que esta decisão poderá levar à redução de tempos de espera.

No caso de ser o técnico de manutenção a avançar para a reparação, deve ser tido em conta, se o problema que surgiu está confinado aquela área específica ou se este se alastrou a outras áreas. Deste modo, quando se inicia a reparação asseguram-se que não surgem imprevistos que aumentam o tempo de paragem, que não ocorreriam caso a escolha inicial tivesse sido a adjudicação à empresa

de manutenção externa. No caso da subcontratação, as peças inicialmente encomendadas serão fornecidas à empresa externa para a sua aplicação no equipamento. Na figura 22 está representado o fluxograma deste procedimento.

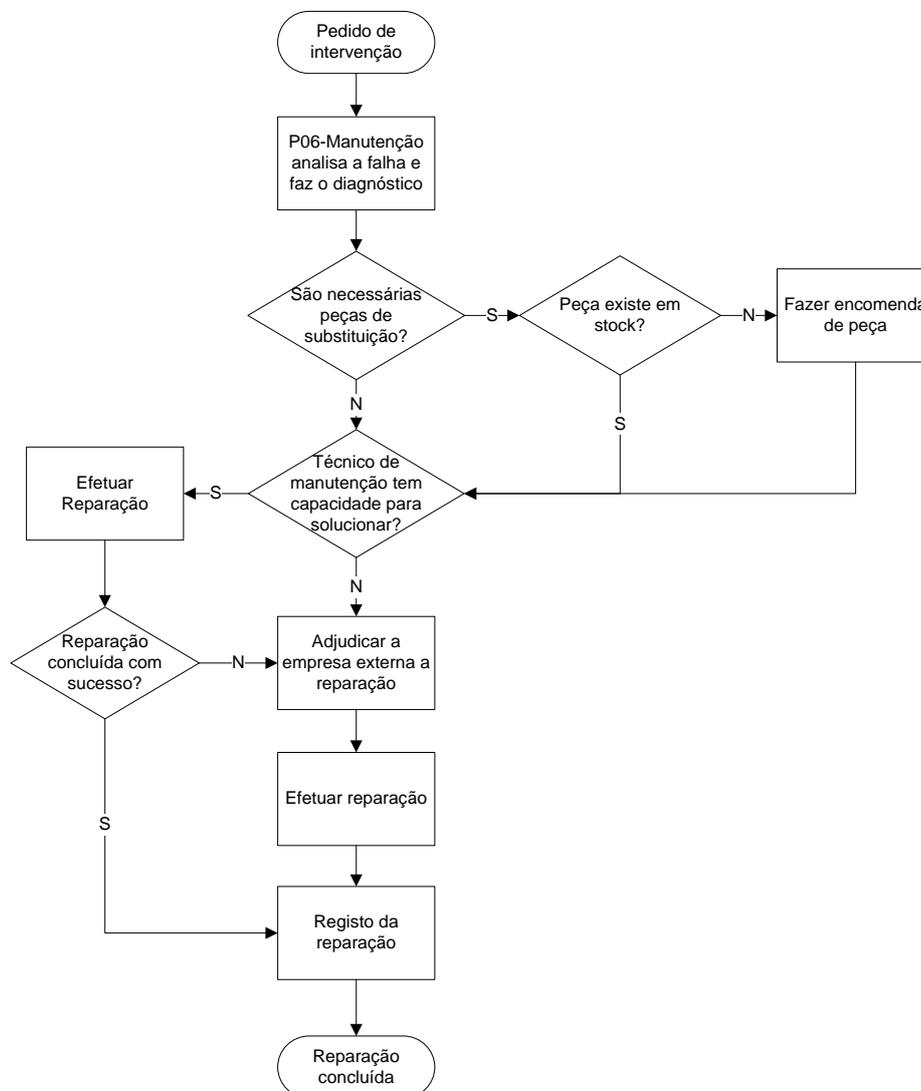


Figura 22 – Procedimento para pedido de manutenção corretiva

CAPITULO IV – CONCLUSÕES

1. Conclusão

No final deste trabalho, pode concluir-se que os objetivos inicialmente propostos foram cumpridos. Foi feita uma análise ao estado atual da manutenção na Schmitt & Sohn, e foram identificados vários problemas que poderiam ser alvo de melhoria, tanto ao nível do registo e tratamento de informação, ao nível da implementação da metodologia TPM, como do próprio sistema em si.

Analisou-se então o sistema de informação existente na empresa tendo-se estudado o seu funcionamento, quais as falhas que apresentava e quais as limitações do próprio sistema para o uso num sistema de manutenção TPM. Foram encontrados vários problemas, essencialmente na forma como a informação era registada e tratada, já que o sistema atual não tinha, por exemplo, capacidade para registo dos tempos de paragem ou para o tratamento desses mesmos dados.

Para fazer face ao problema da impossibilidade de medição fácil e rápida do estado do processo, foi criada uma aplicação Excel que está instalada junto a cada máquina e que possibilita fazer o registo informático dos dados relativos às paragens. A partir daí, também de forma automática pode fazer-se o respetivo tratamento, o que possibilita uma análise permanente ao estado do processo. Além disto, foram também propostas melhorias para adaptação do software atualmente existente na empresa.

Este novo método de registo e tratamento da informação traduz-se em ganhos significativos para o processo. Como a instalação foi recente, não é possível quantificar os ganhos, mas deste modo passa a existir um método que possibilita analisar e medir o estado do processo de manutenção podendo, assim, analisar-se padrões de falhas, tempo médio entre falhas, e possibilita também registos fiáveis sobre todas as ações de manutenção realizadas.

Relativamente à metodologia TPM, apenas agora a empresa está a dar os primeiros passos neste âmbito. Apesar do pilar manutenção preventiva já estar a ser praticado na Schmitt & Sohn, foi decidido que devido ao nível ainda inicial que a empresa se encontra nesta nova filosofia, a implementação continuaria com o pilar da manutenção autónoma. Assim, isto permitiria uma mais fácil integração dos operadores no processo de implementação, podendo contar-se com a sua colaboração, possibilitando-lhes que se sentissem como uma parte ativa e integrante do processo.

Na Schmitt & Sohn, não existiam quaisquer standards de manutenção para os operadores seguirem, não havendo um método de trabalho rigoroso que potenciase uma prevenção e deteção antecipada de falhas. Por este motivo foram criados esses standards que englobam tarefas como inspeção, lubrificação e limpeza. A sua implementação será gradual, com os técnicos de manutenção a acompanharem este trabalho junto dos operadores nas semanas iniciais, de forma a procederem à explicação prática de como realizar todas as atividades necessárias.

Com a introdução dos standards, a manutenção autónoma passa a ser uma realidade na Schmitt & Sohn, trazendo vantagens significativas para a empresa, já que com a realização de pequenas tarefas de manutenção, é possível acompanhar o estado dos equipamentos, podendo antecipar-se potenciais problemas.

Com a realização deste trabalho, foram obtidos ganhos substanciais para a empresa, já que a empresa passou a estar dotada de um sistema de recolha de dados fiável que é essencial para o processo, e deu um passo solido e importante para a continuação da implementação da metodologia TPM.

2. Trabalhos futuros

Após a conclusão deste trabalho, a Schmitt & Sohn deve continuar a implementação da metodologia TPM, fazendo uso da experiência adquirida até aqui. A aposta num software de auxílio à manutenção deve ser uma prioridade, já que, neste âmbito, muitos ganhos são possíveis, podendo optar-se por uma das muitas soluções já existentes no mercado, ou então, caso tal não seja possível, deve adaptar-se o software existente no Navision aos requisitos desejados.

Deve também dar-se continuidade ao trabalho feito na implementação da manutenção autónoma, implementando os standards de manutenção noutros equipamentos, que embora não tão críticos, também são importantes para o processo produtivo. Deve também alargar-se a metodologia TPM a outros pilares, de modo a que o processo de manutenção seja gerido de um modo amplo, capaz de responder de forma adequada às exigências atuais.

FONTES DE INFORMAÇÃO

Referências Bibliográficas

Ahuja, I. P. S., Khamba, J. S. (2008). Total Productive Maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25, N. 7, pp. 709-756.

Boris, S. (2006). Total Productive Maintenance: Proven strategies and techniques do kees equipment running ate maximum efficiency. The McGraw Hill: New York

Cabral, J. P. S. (2009). Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios. Lisboa: Lidel.

Carnero, M. C., Novés, J. L. (2006). Selection of computerised maintenance management system by means of multicriterial methods. *Production Planning & Control*, Vol. 17, pp. 335-354.

Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *Int. J. Production Economics*, Vol. 95, pp. 71-94.

Kans, M. (2008). An approach for determining the *requirements* of computerized maintenance management systems. *Computers in Industry*, Vol. 59, pp. 32-40.

Nadarajah, E., Sambasivan, M., Yahya, S. (2005) Autonomous Maintenance – An effective shoop-floor tool to improve productivity. *Journal of technology management and entrepreneurship*, Vol. 3, pp. 89-105.

NP EN 13306 (2007). *Norma Portuguesa para terminologia de manutenção*. Instituto Português da Qualidade: Documentos impressos. Lisboa

NP EN 15341 (2009). *Norma Portuguesa para Indicadores de desempenho da manutenção (KPI)*. Instituto Português da Qualidade: Documentos impressos. Lisboa

Park, K. S., Han, S. W. (2001). TPM – Total Productive Maintenance: Impact on competitiveness and a framework for successful implementation. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Vol. 11, N. 4, pp. 321-338.

Suzuki, T. (1994). TPM in Process Industries. New York: Productivity Press

Takahashi, Y., Osada, T. (1990). TPM: Total Productive Maintenance. Tokyo: Asian Productivity Organization

Willmott, P, McCarthy, D. (2001). TPM: A route to world-class performance. Delhi: Butterwoth-Heinamann

Wireman, T. (2004). Total Productive Maintenance. New York: Industry Press Inc.

Wireman, T. (2005). Developing Performance Indicators for Managing Maintenance. New York: Industry Press Inc.

Yoshida, K., Hongo, E., Kimura, Y., Ueno, Y., Mitome, Y., Kaneda, S., Morimoto, T. (1986). Training for TPM: A Manufacturing Sucess Story. Massachusetts: Productivity Press.

ANEXOS

ANEXO A – Cálculo do MTBF

Neste anexo, são apresentados todos os cálculos efetuados para o cálculo do indicador MTBF.

O período de observação para recolha de dados, teve início no dia 01/02/2012 e decorreu até ao dia 13/04/2012, perfazendo assim 51 dias uteis para análise. De seguida, é apresentado o quadro de falhas ocorridas nesse período.

Quadro I – Falhas ocorridas

Data	T	Ti
20-Fev	14	14
24-Fev	3	17
27-Fev	1	18
06-Mar	6	24
20-Mar	10	34
29-Mar	7	41
		144

Inicialmente, calculou-se o teste de Laplace, para verificar se existe tendência nas falhas, já que o cálculo do MTBF só é possível caso não exista tendência.

$$ET = \sqrt{12 \times N} \left(\frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N \times T_o} - 0.5 \right)$$

$$ET = \sqrt{12 \times 6} \left(\frac{148}{6 \times 51} - 0.5 \right) = -0.13865$$

$-1.465 < -0.138665 < 1.645$ Condição verdadeira, sendo desta forma possível calcular o MTBF, já que não existe tendência no número de falhas.

$$MTBF = \frac{\text{Tempo de operação}}{\text{Numero de falhas}} = \frac{55}{6} = 8,5 \text{ dias}$$

ANEXO B – Manutenção Autónoma – Laser

Instrução de Trabalho

IT10.06 / v1.0 Manutenção Autónoma Quinzenal – Laser

1.Objectivo

Esta instrução visa a execução da manutenção quinzenal autónoma, a ser realizada pelo operador da máquina de corte laser da secção de Transformação Mecânica (P01).

2.Âmbito

Aplicável à máquina de corte laser Trumpf 3030, existente na secção na P01.

3. Documentos associados

mod 10.007– Registo manutenção autónoma - Laser

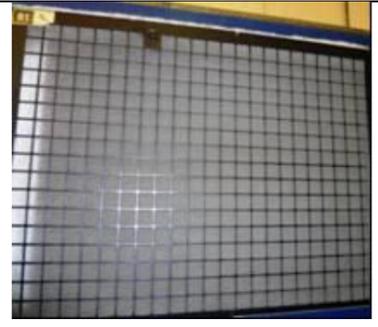
4. Definições

Não aplicável.

5. Responsabilidades

A responsabilidade de cumprimento desta instrução é do operador da máquina de corte laser.

6.Modos Operatório

Ação	Materiais necessários	Local do equipamento, ver foto
<p>Verificar óleo de pulverização</p> <p>1.Através do indicador de nível do depósito de pulverização verificar o nível do fluido; 2.Se o fluido se encontrar na marca mínima, repor o nível.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cut fluid • Funil 	
<p>Limpeza foles eixo Z</p> <p>1.Desligar máquina para se proceder à limpeza; 2.Com o aspirador, aspirar o pó e limalhas no fole do eixo Z. Durante a aspiração verificar o estado de conservação do fole, ou seja, ver se existem rasgos ou outros danos; 3.Caso sejam detetados rasgos, deve contactar-se a secção de Manutenção (P06).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aspirador • Vassoura 	
<p>Limpeza foles eixos X e Y</p> <p>1.Desligar máquina para se proceder à limpeza; 2.Com o aspirador, aspirar o pó e limalhas no fole dos eixos X e Y. Durante a aspiração verificar o estado de conservação do fole, ou seja, ver se existem rasgos ou outros danos; 3.Caso sejam detetados rasgos, deve contactar-se a secção de Manutenção (P06).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aspirador • Vassoura 	
<p>Aspiração</p> <p>1.Desligar máquina; 2.Aspirar a chapa de separação e chapa de proteção da grelha e tampas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aspirador • Vassoura 	
<p>Água de refrigeração</p> <p>1.Controlar o nível da água através do indicador de nível do reservatório da água/cobre e da água/alumínio. 2.Caso o nível da água esteja abaixo do mínimo indicado, acrescentar água destilada no reservatório correspondente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Água destilada 	
<p>Limpar esteira</p> <p>1.Desligar a máquina e retirar a tampa de proteção da esteira; 2.Retirar o filtro e limpá-lo com ar comprimido. 3.No final voltar a colocá-lo no respetivo lugar e encaixar a tampa de proteção.</p>		

Instrução de Trabalho

IT10.07 / v1.0 Manutenção Autónoma Mensal – Laser

1. Objectivo

Esta instrução visa a execução da manutenção mensal autónoma, a ser realizada pelo operador da máquina de corte laser da secção de Transformação Mecânica (P01).

2. Âmbito

Aplicável à máquina de corte laser Trumph 3030, existente na secção na P01.

3. Documentos associados

mod 10.007– Registo manutenção autónoma - Laser

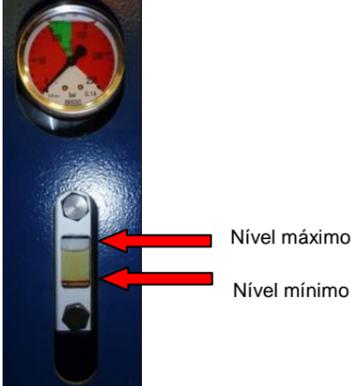
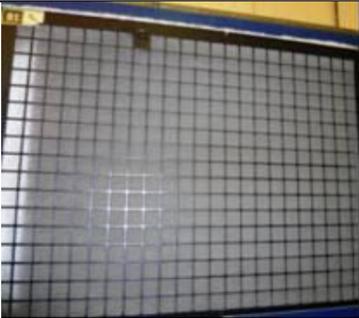
4. Definições

Não aplicável.

5. Responsabilidades

A responsabilidade de cumprimento desta instrução é do operador da máquina de corte laser.

6. Modo Operatório

Ação	Materiais necessários	Local do equipamento, ver foto
<p>Verificar nível do óleo hidráulico</p> <p>1. Através do indicador de nível da unidade hidráulica verificar o nível do óleo;</p> <p>2. Se o óleo se encontrar na marca mínima, repor o nível.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Óleo Renolin MR 10 VG 32 Funil 	 <p>Nível máximo</p> <p>Nível mínimo</p>
<p>Substituir a esteira do filtro</p> <p>1. Desligar a máquina;</p> <p>2. Retirar a grelha de proteção;</p> <p>3. Substituir o filtro usado pelo novo;</p> <p>4. Colocar de novo a grelha de proteção.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Esteira / filtro 	
<p>Limpeza</p> <p>1. Com o aspirador e espanador, limpar toda a sujidade na parte superior e lateral da máquina;</p> <p>2. Com o aspirador, limpar todo o pó e limalhas junto ao trocador de paletes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aspirador Espanador 	

Instrução de Trabalho

IT10.08 / v1.0 Manutenção Autónoma Trimestral – Laser

1.Objectivo

Esta instrução visa a execução da manutenção trimestral autónoma, a ser realizada pelo operador da máquina de corte laser da secção de Transformação Mecânica (P01).

2.Âmbito

Aplicável à máquina de corte laser Trumpf 3030, existente na secção na P01.

3. Documentos associados

mod 10.007– Registo manutenção autónoma - Laser

4. Definições

Não aplicável.

5. Responsabilidades

A responsabilidade de cumprimento desta instrução é do operador da máquina de corte laser.

6.Modos Operatório

Ação	Materiais necessários	Local do equipamento, ver foto
<p>Massa lubrificante</p> <p>1.Verificar no reservatório o nível de massa lubrificante; 2.Caso o nível esteja abaixo da marca mínima, repor até ao nível máximo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kluber Microlube GB 00 	 <p>Nível máximo</p> <p>Nível mínimo</p>
<p>Reservatório de lubrificação</p> <p>1.Trimestralmente ou quando a máquina emitir um aviso que aparece no ecrã principal, encher o reservatório de lubrificação até ao nível máximo indicado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Esso Febis K-32 VG 32 	 <p>Nível de enchimento</p>
<p>Lubrificar tomador de paletes</p> <p>1.Desligar o trocador de paletes; 2.Com um pincel, lubrificar com massa a barra e as guias do tomador de paletes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kluber Microlube GB 00 	
<p>Substituição do filtro da unidade principal</p> <p>1.Desligar a máquina; 2.Abrir a proteção onde se encontra o filtro (traseira da máquina); 3.Fechar a torneira junto ao filtro; 4.Com a chave anelar desapertar o filtro e substituí-lo; 5.Abrir a torneira e fechar a proteção.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro ref. 164152 • Chave anelar 	
<p>Condutividade da água de refrigeração</p> <p>1.Colocar a sonda do medidor no fluido de cada depósito; 2.Aguardar 30s e registar os valores medidos; 3.Caso os valores registados sejam próximos de 200µS, deve contactar-se a secção de Manutenção (P06).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Medidor de condutividade 	

Registo de Manutenção Autônoma da Laser

Mês:

Quinzenais

	Sim	Não	Assinatura do Colaborador	Nº Colaborador	Data
Verificar óleo de pulverização	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Limpeza dos foles do eixo Z	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Limpeza dos foles dos eixo X e Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Aspiração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Ver nível da água de refrigeração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Limpar esteira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Mensais

	Sim	Não	Assinatura do Colaborador	Nº Colaborador	Data
Ver nível do óleo hidráulico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Substituir esteira do filtro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Limpeza geral da máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Trimestrais

	Sim	Não	Assinatura do Colaborador	Nº Colaborador	Data
Ver nível da massa lubrificante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Encher reservatório de lubrificação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificar tomador de paletes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Substituir filtro da unidade de refrigeração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Medir condutividade da água de refrigeração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

ANEXO C – Manutenção Autónoma – Quinadora QIH 17540

Instrução de Trabalho

IT10.11 / v1.0 Manutenção Autónoma Quinadora QIH 17540 – Laser

1.Objectivo

Esta instrução visa a execução da manutenção autónoma, a ser realizada pelo operador da Quinadora QIH 17540, da secção de Transformação Mecânica (P01).

2.Âmbito

Aplicável à Quinadora QIH 17540, existente na secção na P01.

3. Documentos associados

mod 10.009– Registo manutenção autónoma – Quinadora QIH 17540

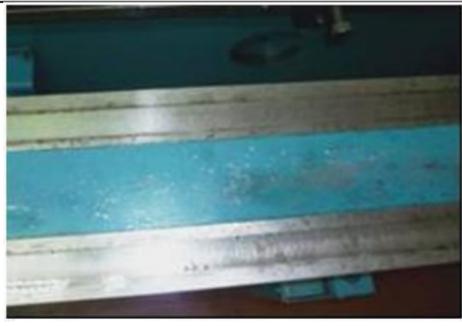
4. Definições

Não aplicável.

5. Responsabilidades

A responsabilidade de cumprimento desta instrução é do operador da Quinadora QIH 17540.

6.Modos Operatórios

Ação	Materiais necessários	Local do equipamento, ver foto
Limpeza - Semanal 1. Limpar as laterais e a parte superior da máquina; 2. Limpar excesso de óleo ou massa resultante da lubrificação.		
Guiagens do esbarro – Semanal 1. Limpar e lubrificar com óleo as guias do esbarro.	<ul style="list-style-type: none"> Óleo Renolin B46 HVI Pincel 	
Fusos do esbarro - Mensal 1. Lubrificar com massa os fusos de acionamento do esbarro.	<ul style="list-style-type: none"> Pistola de lubrificação Massa lubrificante Renolin GP2 	
Esbarro - Mensal 1. Com a pistola de lubrificação, colocar massa no grasser de lubrificação do esbarro.	<ul style="list-style-type: none"> Pistola de lubrificação Massa lubrificante Renolin GP2 	
Guiagens do avental - Mensal 1. Lubrificar com massa as guias do avental; 2. Desmontar a blindagem de proteção; 3. Colocar massa na guia.	<ul style="list-style-type: none"> Pistola de lubrificação Massa lubrificante Renolin GP2 	



Registo de Manutenção Autônoma da Quinadora QIH 17540

Mês:

Semanais

	Sim	Não	Assinatura do Colaborador	Nº Colaborador	Data
Limpeza geral da máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificar guias do esbarro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Mensal

	Sim	Não	Assinatura do Colaborador	Nº Colaborador	Data
Lubrificar esbarro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Fusos do esbarro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Guiagens do avental	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

mod. 10.09 / v1.0



Responsabilidade desde 1861.

ANEXO D – Manutenção Autónoma – Quinadora QHD 2512

Instrução de Trabalho

IT10.11 / v1.0 Manutenção Autónoma Quinadora QIH 17540 – Laser

1. Objectivo

Esta instrução visa a execução da manutenção autónoma, a ser realizada pelo operador da Quinadora QHD 2512, da secção de Transformação Mecânica (P01).

2. Âmbito

Aplicável à Quinadora QHD 2512, existente na secção na P01.

3. Documentos associados

mod 10.010– Registo manutenção autónoma – Quinadora QHD 2512

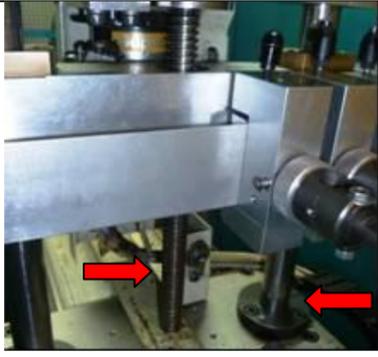
4. Definições

Não aplicável.

5. Responsabilidades

A responsabilidade de cumprimento desta instrução é do operador da Quinadora QIH 2512.

6. Modo Operatório

Ação	Materiais necessários	Local do equipamento, ver foto
Limpeza - Semanal 1. Limpar as laterais e a parte superior da máquina; 2. Limpar excesso de óleo ou massa resultante da lubrificação.		
Fuso do esbarro - Mensal 1. Lubrificar com massa os fusos de acionamento do esbarro.	<ul style="list-style-type: none"> • Massa lubrificante Renolin GP2 	
Guiagens do esbarro - Mensal 1. Lubrificar as guiagens do esbarro.	<ul style="list-style-type: none"> • Óleo Renolin B46 HVI • Pincel 	
Lubrificar grasseres das guias do esbarro - Mensal 1. Com a pistola de lubrificação, colocar massa nos grasseres das guias do esbarro.	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola de lubrificação • Massa lubrificante Renolin GP2 	
Lubrificação das guias do avental - Mensal 1. Com a pistola de lubrificação, colocar massa nos grasseres da guia do avental.	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola de lubrificação • Massa lubrificante Renolin GP2 	



Registo de Manutenção Autônoma da Quinadora QHD 2512

Mês:

Semanais

	Sim	Não	Assinatura do Colaborador	Nº Colaborador	Data
Limpeza geral da máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Mensal

	Sim	Não	Assinatura do Colaborador	Nº Colaborador	Data
Lubrificar fuso do esbarro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificar guias do esbarro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Guias do avental	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Grasseres das guias do esbarro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

mod. 10.010 / v1.0



Responsabilidade desde 1861.

ANEXO E – Manutenção Autónoma – Viradeira

Instrução de Trabalho

IT10.13 / v1.0 Manutenção Autónoma Viradeira Schröder

1. Objectivo

Esta instrução visa a execução da manutenção autónoma, a ser realizada pelo operador da viradeira Schroder, da secção de Transformação Mecânica (P01).

2. Âmbito

Aplicável à viradeira Schroder, existente na secção na P01.

3. Documentos associados

mod 10.012 – Registo manutenção autónoma – Viradeira Schroder

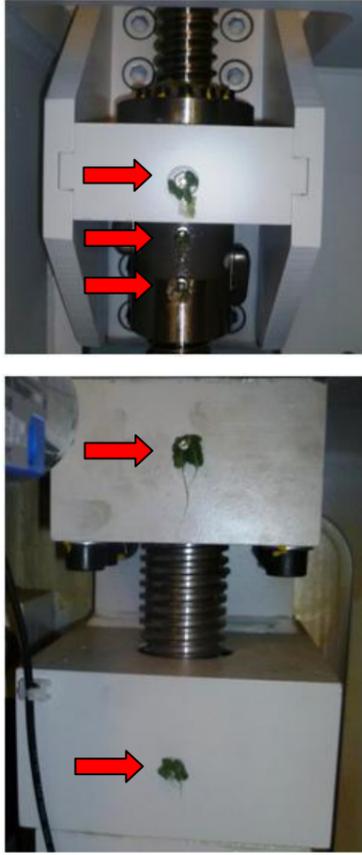
4. Definições

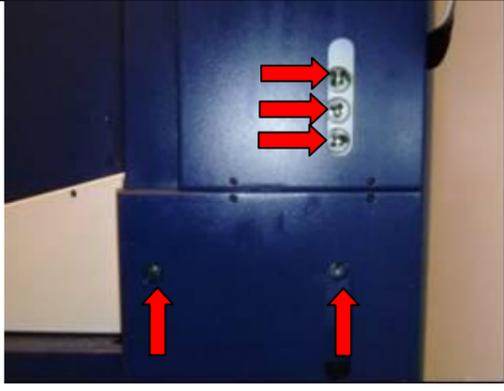
Não aplicável.

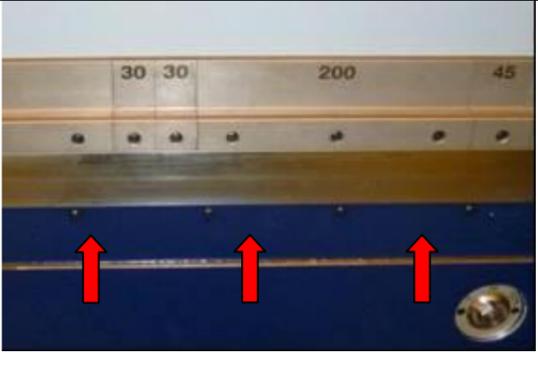
5. Responsabilidades

A responsabilidade de cumprimento desta instrução é do operador da Viradeira Schroder.

6. Modo Operatório

Ação	Materiais necessários	Local do equipamento, ver foto
<p>Lubrificar grasseres do fuso - Semanalmente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desligar a máquina; 2. Abrir a porta lateral da máquina; 3. Lubrificar os 3 grasseres do calcador, localizados na parte superior; 4. Lubrificar os 2 grasseres do braço, localizados na parte inferior; 5. Limpar excesso de massa nos grasseres; 6. Repetir a operação na lateral oposta da máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola de lubrificação • Massa de lubrificação Renolin GP2 	
<p>Lubrificar fuso do calcador – Semanalmente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desligar a máquina; 2. Abrir a porta lateral da máquina; 3. Com papel, limpar a sujidade e lubrificação antiga do fuso; 4. Colocar pouca quantidade de massa ao longo do fuso; 5. Descer e subir calcador para espalhar massa; 6. Repetir a operação na lateral oposta da máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Massa de lubrificação Renolin GP2 	
<p>Nível de óleo – Semanalmente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Abrir a porta lateral da máquina; 2. No indicador de nível ver onde se encontra o nível de óleo hidráulico; 3. Caso se encontre no nível mínimo, repor até ao nível máximo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Óleo hidráulico 	

<p>Lubrificação grasseres do braço zona frontal – Semanalmente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desligar a máquina; 2. Com a pistola de lubrificação, colocar massa nos 5 grasseres de lubrificação localizados numa das extremidades do braço; 3. Limpar excesso de massa nos grasseres; 4. Repetir a operação nos grasseres localizados na extremidade oposta do braço. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola de lubrificação • Massa de lubrificação Renolin GP2 	
<p>Lubrificação grasser do braço zona traseira – Semanalmente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desligar a máquina; 2. Colocar o braço na posição máxima superior; 3. Com a pistola de lubrificação, colocar massa no grasser localizado na traseira do braço; 4. Limpar excesso de massa nos grasseres; 5. Repetir a operação no grasser localizado na extremidade oposta do braço. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pistola de lubrificação • Massa de lubrificação Renolin GP2 	
<p>Lubrificar guia do braço – Semanalmente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desligar a máquina; 2. Com o braço na posição inferior, deslizar o braço para baixo; 3. Com papel, limpar a sujidade da guia e a lubrificação antiga; 4. Colocar massa na guia e voltar a subir o braço para espalhar a massa ao longo da guia; 5. Repetir a operação na guia do lado oposto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Massa de lubrificação Renolin GP2 	
<p>Lubrificar guia do calcador - Semanalmente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desligar a máquina; 2. Colocar o calcador na posição superior máxima; 3. Colocar e espalhar massa ao longo da guia; 4. Descer e subir o calcador para espalhar a massa ao longo da guia; 5. Repetir a operação na guia do lado oposto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Massa de lubrificação Renolin GP2 	
<p>Lubrificar guias e fuso do esbarro – Semanalmente</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Desligar a máquina; 2. Com papel, limpar a sujidade e massa do fuso de acionamento do esbarro e das guias; 3. Colocar massa ao longo do fuso; 4. Colocar massa nas guias do esbarro; 5. Acionar esbarro para espalhar a massa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Massa de lubrificação Renolin GP2 	

<p>Limpar acrílico das barreiras foto elétricas - Semestral</p> <ol style="list-style-type: none">1. Desligar a máquina;2. Retirar parafusos de fixação do acrílico de proteção;3. Com um pano, limpar o acrílico de proteção;4. Voltar a instalar o acrílico;		
<p>Lubrificação – Anual</p> <ol style="list-style-type: none">1. Desligar máquina;2. Colocar o braço na posição inferior;3. Retirar os parafusos ao longo do braço que fixam uma chapa de proteção na parte superior;4. Lubrificar a zona com massa lubrificante;5. Colocar de novo a chapa e fixa-la com os parafusos.	<ul style="list-style-type: none">• Massa lubrificante Renolin GP2	



Registo de Manutenção Autônoma da Viradeira Schroder

Mês:

<u>Semanais</u>	Sim	Não	Assinatura do Colaborador	Nº Colaborador	Data
Lubrificar grasseres do fuso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificar fuso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Verificar nível de óleo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificar grasseres do braço da zona frontal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificar grasseres do braço da zona traseira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificar guia do braço	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificar guia do calcador	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificar guias e fuso do esbaro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

mod. 10.07 / v1.0



Responsabilidade desde 1861.

ANEXO F – Manutenção Autónoma – Prensa CC100

Instrução de Trabalho

IT10.10 / v1.0 Manutenção Autónoma Prensa CC100

1. Objectivo

Esta instrução visa a execução da manutenção autónoma, a ser realizada pelo operador da Prensa CC100, da secção de Transformação Mecânica (P01).

2. Âmbito

Aplicável à Prensa CC100, existente na secção na P01.

3. Documentos associados

mod 10.011 – Registo manutenção autónoma – Prensa CC100

4. Definições

Não aplicável.

5. Responsabilidades

A responsabilidade de cumprimento desta instrução é do operador da Prensa CC100.

6. Modo Operatório

Ação	Materiais necessários	Local do equipamento, ver foto
<p>Purga do ar – Semanal</p> <p>1.No filtro de ar localizado na parte traseira da máquina, descarregar a purga do ar comprimido.</p>		
<p>Depósitos – Semanal</p> <p>1.Nos depósitos localizados na parte traseira da máquina, abrir as duas torneiras, para purgar os depósitos.</p>		
<p>Nível de óleo – Quinzenal</p> <p>1.Verificar através do indicador de nível do óleo de lubrificação se está acima da marca mínima;</p> <p>2.Se o óleo se encontrar na marca mínima, repor até ao nível máximo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Óleo Sunvis 8150 WR-HV HVLP 150 	
<p>Limpeza - Semanal</p> <p>1.Limpar toda a lateral e parte superior da máquina da sujidade.</p>		



Registo de Manutenção Autónoma da Pensa CC100

Mês:

<u>Semanais</u>	Sim	Não	Assinatura do Colaborador	Nº Colaborador	Data
Purga do ar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Purga do ar – Depósitos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Verificar nível de óleo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Limpeza geral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

mod. 10.011 / v1.0



Responsabilidade desde 1881.

ANEXO G – Manutenção Autónoma – Punçoadora PGA 2

Instrução de Trabalho

IT10.9 / v1.0 Manutenção Autónoma Punçoadora PGA 2

1. Objectivo

Esta instrução visa a execução da manutenção autónoma, a ser realizada pelo operador da Punçoadora PGA 2, da secção de Transformação Mecânica (P01).

2. Âmbito

Aplicável à Punçoadora PGA 2, existente na secção na P01.

3. Documentos associados

mod 10.008 – Registo manutenção autónoma – Punçoadora PGA 2

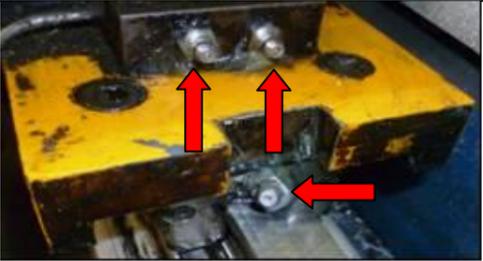
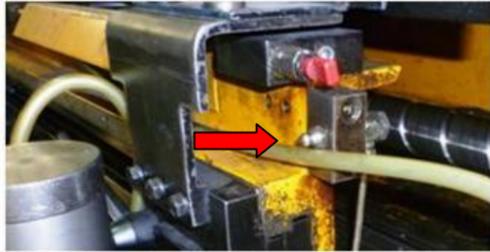
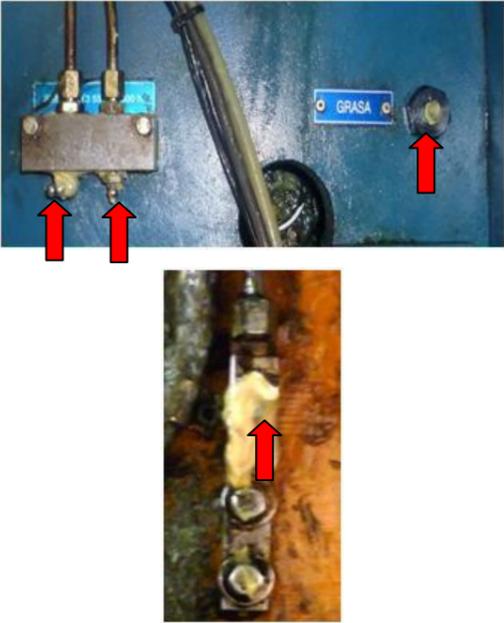
4. Definições

Não aplicável.

5. Responsabilidades

A responsabilidade de cumprimento desta instrução é do operador da Punçoadora PGA2.

6. Modo Operatório

Ação	Materiais necessários	Local do equipamento, ver foto
Limpeza da mesa 1. Desligar equipamento; 2. Retirar o “porta ferramentas”; 3. Rodando a mesa, e com spray de limpeza, limpar os resíduos e limalhas que estão na mesa.	<ul style="list-style-type: none"> Spray de limpeza 	
Lubrificação da torreta 1. Depois da limpeza da mesa, lubrificar com a bomba de óleo a torreta, localizada na parte traseira da máquina.		
Guias do carro 1. Com a pistola de lubrificação, lubrificar com massa os 3 grasser de lubrificação das guias do carro.	<ul style="list-style-type: none"> Pistola de lubrificação Massa Fuchs Renolit GP 2 	
Lubrificação do fuso 1. Em cada agarra, lubrificar com massa o grasser de lubrificação do fuso.	<ul style="list-style-type: none"> Pistola de lubrificação Massa Fuchs Renolit GP 2 	
Lubrificação do punção 1. Com a pistola, lubrificar com massa os 4 grasseres de lubrificação do punção. Três dos grasseres ficam localizados na lateral da máquina e um outro na parte	<ul style="list-style-type: none"> Pistola de lubrificação Massa Fuchs Urethyn E/M2 	
Limpeza geral da máquina 1. Limpeza geral da máquina. 2. Limpar todas as pepitas e limalhas de metal, e limpar o excesso de massa após a lubrificação.		



Registo de Manutenção Autônoma – PGA 2

Mês:

<u>Semanal</u>	Sim	Não	Assinatura do Colaborador	Nº Colaborador	Data
Limpeza de mesa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificação do punção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificação das guias do carro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificação do fuso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Lubrificação de torreta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Limpeza geral de máquina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

mod. 10.08 / v1.0

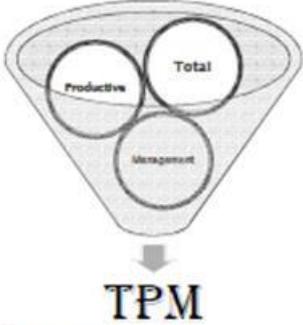


Responsabilidade desde 1861.

ANEXO H – Formação TPM



Enquadramento



A metodologia TPM procura a constante da eficiência e rentabilidade dos equipamentos, tendo como objetivo zero avarias, zero defeitos e zero acidentes

Schmitt & Sohn - Divisões 3

Objetivo

- ▶ Esta formação tem como objetivo transmitir o que é a metodologia TPM, e quais os objetivos da sua implementação

Schmitt & Sohn - Divisões 4

O que é a metodologia TPM?

- ▶ Metodologia desenvolvida no Japão
- ▶ A manutenção é vista como uma atividade central em todo o processo
- ▶ É uma manutenção integrada, que envolve todos colaboradores, onde as suas ideias são tidas conta, para melhorar o equipamento

TPM 

Schmitt & Sohn - Elevator 5

O que é a metodologia TPM?

Integração Total

Transversal

Central no Processo

Metodologia TPM

Flexível

Maior Eficiência



Total Productive Maintenance

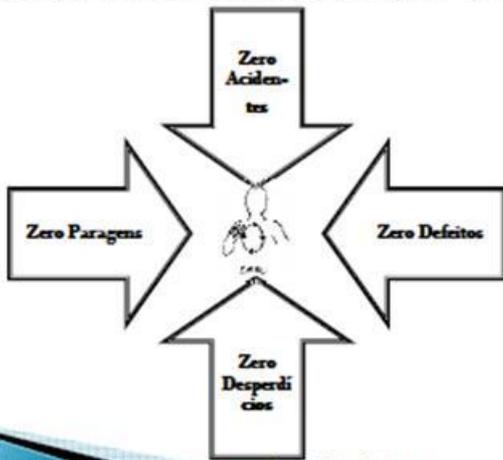
Schmitt & Sohn - Elevator 6

Objetivos da metodologia TPM

- ▶ Maximizar a eficácia e a eficiência dos equipamentos, diminuindo os desperdícios;
- ▶ Manter o equipamento nas condições ideais durante todo o seu ciclo de vida;
- ▶ Aumentar a rapidez de resposta a avarias;
- ▶ Aumentar a qualidade, como resultado da melhoria dos equipamentos

Schmitt & Sohn - Elevadores 7

Objetivos da metodologia TPM



The diagram features a central figure of a person with the letters 'TPM' below it. Four large arrows point towards this central figure from the top, bottom, left, and right. Each arrow contains one of the following goals: 'Zero Acidentes' (top), 'Zero Defeitos' (right), 'Zero Desperdícios' (bottom), and 'Zero Paragens' (left).

Schmitt & Sohn - Elevadores 8

Perdas dos equipamentos

S+ SCHMITT + SOHN ELEKTROGES

- ▶ Avaria dos equipamentos
- ▶ Tempo de mudança de ferramentas
- ▶ Pequenas paragens
- ▶ Velocidade reduzida
- ▶ Defeitos produzidos devido ao equipamento

Schmitt & Sohn - Elektroges 9

Pilares da metodologia TPM

S+ SCHMITT + SOHN ELEKTROGES

TPM

5S

Manutenção Autónoma
Manutenção Planeada
Melhorias nos Equipamentos
Qualidade
Formação
Ambiente e Segurança
TPM Administrativo
Gestão da Manutenção

Schmitt & Sohn - Elektroges 10

Manutenção Autônoma

S+
SCHMITT + SOHN
ELEKTROGES

**"DO MEU EQUIPAMENTO
CUIDO EU"**



Schmitt & Sohn - Elevadores 11

Manutenção Autônoma

S+
SCHMITT + SOHN
ELEKTROGES

- ▶ É um dos principais pilares da metodologia TPM
- ▶ Prevenir falhas nos equipamentos através da execução de rotinas simples, fazendo a detecção antecipada de falhas
- ▶ Tem como objetivo a participação dos operadores nas tarefas de manutenção mais simples
- ▶ Operadores sentem como seu o equipamento

Schmitt & Sohn - Elevadores 12

Manutenção Autônoma

▶ Através das instruções de trabalho é possível executar pequenas ações nos equipamentos, tais como:

- Limpeza
- Lubrificação
- Inspeções
- Pequenas manutenções



Schmitt & Sohn - Elevadores 13

Manutenção Autônoma

Limpeza	<ul style="list-style-type: none"> - Limpeza de pó, limalhas, sujeira - Restos de óleo ou massa de lubrificação
Lubrificação	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar massa nos graxeros - Ver níveis de óleo - Lubrificar todos os pontos assinalados
Inspeção	<ul style="list-style-type: none"> - Ver apertos de parafusos - Observar barulhos estranhos - Ver fugas ou casos que antes não existiam



Schmitt & Sohn - Elevadores 14

