



Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial

Desenvolvimento da metodologia TPM numa empresa do ramo automóvel

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia e Gestão Industrial

Autor

António Sérgio de Freitas Matos Ferreira

Orientadores

David Domingues

José Luís Martinho

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor

Marisa Tavares

Simoldes Plásticos S.A

Coimbra, Novembro, 2017

“O fracasso quebra as almas pequenas e engrandece as grandes, assim como o vento apaga a vela e atiça o fogo da floresta.”

Benjamin Franklin

RESUMO

Num mercado cada vez mais competitivo e industrializado, é essencial que as empresas tenham consciência que o caminho para o seu futuro tem de passar pela aposta na otimização dos seus processos produtivos, diminuição de custos e aumento da qualidade dos seus produtos.

A manutenção tem vindo a sofrer uma enorme evolução na estrutura das empresas, esta tem tido um papel determinante para o desempenho industrial.

Aliada à manutenção e produção, está o conceito de TPM – Total Productive Maintenance. A metodologia baseia-se, através de ações específicas, na contribuição para o aumento da eficiência produtiva, diminuição de desperdícios, acidentes, defeitos, paragens e falhas ao longo do processo produtivo.

O principal pilar do TPM é a manutenção autónoma dos equipamentos, que resulta na melhoria contínua do seu desempenho e, o mais importante, a formação dos operadores para a manutenção de primeiro nível. É determinante assegurar a sensibilização, formação e treino dos operadores, de forma a garantir a realização autónoma dessas atividades.

A presente dissertação descreve o desenvolvimento da implementação da metodologia TPM, levada a cabo na empresa Simoldes Plásticos S.A, empresa que se dedica à indústria de injeção de plásticos e que opera para o setor automóvel.

Primeiramente será apresentada uma revisão bibliográfica sobre os vários conceitos associados ao TPS e à filosofia *Lean Manufacturing*. Adicionalmente um estudo teórico relativo aos principais impactos e barreiras que surgem com a implementação do TPM nas indústrias atuais, procedendo no final, à elaboração de uma comparação com o caso de estudo desenvolvido.

Posteriormente será descrita a implementação do TPM, que inclui exemplos práticos de aplicação no meio industrial, que respondem aos principais problemas encontrados no chão de fábrica. Irá ser observada a evolução obtida, comparando o estado precedente com o posterior à implementação dessas ações de melhoria.

Por fim, é realizada uma análise do impacto das melhorias implementadas, tanto no âmbito da eficiência produtiva, como no desempenho da manutenção. A partir da análise dos diversos indicadores de eficiência, nomeadamente o RU_{TPM} , que corresponde ao rendimento de utilização TPM (o indicador que mede o impacto do TPM), e os indicadores de desempenho da manutenção MTBF e MTTR.

Tratando-se de uma metodologia de Melhoria Contínua, é necessário assegurar a sua continuidade, aprender com os problemas de modo a não os repetir no futuro, e sobretudo, existir flexibilidade porque o TPM tem de acompanhar as necessidades da empresa.

Palavras-chave: Indústria Automóvel, Lean Manufacturing, TPM, Desempenho da Manutenção, Eficiência Produtiva

ABSTRACT

In an increasingly competitive and industrialized market, it is essential that companies are aware that the path to their future must be focused on optimizing their production processes, reducing costs and increasing the quality of their products.

Maintenance has experienced an enormous evolution in the structure development of the companies, and this was a decisive role in their industrial performance.

Combined with maintenance and production, is the concept of TPM - Total Productive Maintenance. The methodology is based, through specific actions, on the contribution to increase the productive efficiency, decrease of wastes, accidents, defects, stops and failures throughout the productive process.

The main pillar of the TPM is the autonomous maintenance of the equipment, which results in the continuous improvement of its performance and, most important, the training of the operators for the maintenance of first level. It is crucial to ensure the awareness, education and training of operators in order to ensure the autonomous performance of these activities.

The present dissertation describes the development of the implementation of the TPM methodology, carried out in the company Simoldes Plásticos S.A, a company that is dedicated to the industry of plastic injection and that operates for the automotive sector.

First, a bibliographic review will be presented on the various concepts associated with TPS and the Lean Manufacturing philosophy. In addition, a theoretical study on the key impacts and barriers that arise with the implementation of TPM in the current industries, proceeding at the end, to the elaboration of a comparison with the developed case study.

Subsequently, the implementation of the TPM will be described, which includes practical examples of application in the industrial environment, which respond to the main problems encountered on the shop floor. The evolution obtained will be observed, comparing the previous state with the one after the implementation of these improvement actions.

Finally, an analysis of the impact of the improvements implemented are carry out, both in terms of production efficiency and maintenance performance. Based on the analysis of the various efficiency indicators, namely the RU_{TPM} , which corresponds to the TPM utilization income (the indicator that measures the impact of the TPM), and the maintenance performance indicators MTBF and MTTR.

Being a Continuous Improvement methodology, it is necessary to ensure its continuity, learn from the problems so as not to repeat them in the future, and above all, there is flexibility because the TPM has to keep up with the needs of the company.

Keywords: Automotive Industry, Lean Manufacturing, TPM, Maintenance Performance, Productive Efficiency

AGRADECIMENTOS

Sendo esta dissertação de cariz individual, o contributo de determinadas pessoas foi fulcral para o sucesso da mesma, às quais pretendo expor os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais, que sempre me apoiaram ao longo de todo o meu percurso académico, e nesta última fase no estágio curricular. Sem eles o desenvolvimento deste trabalho não seria possível.

Agradeço à minha namorada Inês Vieira, por todo o auxílio prestado tanto no decorrer do estágio como na elaboração da dissertação.

À Eng.^a Marisa Tavares, minha orientadora na Simoldes Plásticos S.A, pelas ideias propostas, ajuda prestada ao longo do estágio, escrita da dissertação e constante preocupação na minha aprendizagem e contributo para uma primeira experiência profissional bem-sucedida e enriquecedora.

Ao Eng.^o Telmo Pinho, responsável da manutenção da Simoldes Plásticos S.A, e a todos os membros do departamento da manutenção, pela paciência demonstrada no esclarecimento de todas as dúvidas que foram surgindo no desenrolar do estágio e sobretudo pelo apoio em todas as atividades desenvolvidas.

Aos meus orientadores do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, os Professores José Luís Martinho e David Domingues, por toda a sua disponibilidade, apoio prestado, prontidão no esclarecimento de dúvidas e apoio técnico no desenvolvimento do estágio e escrita da dissertação.

ABREVIATURAS

CAD – Computer-aided Design (Desenho Assistido por Computador);

CAM – Computer-aided Manufacturing (Produção Assistida por Computador);

DOP – Disponibilidade Operacional;

EI – Employee Involvement;

EN – Engel (Marca do Fabricante);

EUA – Estados Unidos da América;

GM – General Motors;

HT – Tempo de Ciclo Teórico;

HR – Tempo Real;

ID – Indicador de Desempenho;

IMA – Indústria de Moldes de Azeméis;

IGM – Indústria Global de Moldes;

JIPE – Japan Institute of Plant Engineers (Instituto Japonês de Engenheiros Industriais);

JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance (Instituto Japonês de Manutenção Industrial);

JIT – Just-In-Time;

KM – Krauss Maffei (Marca do Fabricante);

MAC – Manutenção Assistida por Computador;

MDA – Moldes de Azeméis;

MP – Manutenção Preventiva;

MTBF – Mean Time Between Failure (Tempo Médio entre Avaria);

MTTR – Mean Time to Repair (Tempo Médio para Reparação);

NOK – Não Conformidade;

OEE – *Overall Equipment Effectiveness* (Eficiência Global do Equipamento);

OEM – Original Equipment Manufacturer (Fabricante de Equipamento Original);

O.T – Ordem de Trabalho;

OK – Conforme;

PDCA – Plan, Do, Check, Act;

P.I – Pedido de Intervenção;

PMA – Plano de Manutenção Autónoma;

PP – Peças Produzidas;

PR – Peças Rejeitadas;

RCM – *Reliable Centered Maintenance* (Manutenção Centrada na Fiabilidade);

RQL – Rendimento Qualitativo;

RQT – Rendimento Quantitativo;

RO – Rendimento Operacional;

RU – Rendimento de Utilização;

RU_{TPM} – Rendimento de utilização TPM;

SIG – Sistema de Informação de Gestão;

SMED – Single Minute Exchange of Die (Troca de Ferramentas num Simples Minuto);

SP – Simoldes Plásticos;

TBP – Tempo Bruto de Produção;

TMC – Toyota Motor Company;

TNA – Tempo não Afetado à Produção;

TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total);

TPP – Tempo Paragens Próprias;

TPS – Toyota Production System (Sistema de Produção da Toyota);

TQM – Total Quality Management (Gestão da Qualidade Total);

TQU – Taxa de Qualidade;

VSM – Value Stream Mapping (Mapeamento de Fluxos de Valor).

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO | 19 |
| 1.1 Enquadramento e motivação..... | 19 |
| 1.2 Objetivos | 20 |
| 1.3 Ferramentas de apoio..... | 20 |
| 1.4 Estrutura da dissertação..... | 20 |
| CAPÍTULO 2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO | 23 |
| 2.1 Lean Manufacturing | 23 |
| 2.1.1 Nascimento do <i>Lean</i> | 23 |
| 2.1.2 Conceito <i>Lean Thinking</i> | 24 |
| 2.1.3 Os sete desperdícios..... | 24 |
| 2.1.4 Princípios do Lean Thinking..... | 26 |
| 2.2 Total Productive Maintenance (TPM) | 27 |
| 2.2.1 O nascimento do TPM | 27 |
| 2.2.2 Conceito e Objetivos..... | 28 |
| 2.2.3 Contribuição do TPM para a eliminação de perdas | 30 |
| 2.2.4 Fases de Implementação | 31 |
| 2.2.5 Os oito pilares do TPM | 32 |
| 2.2.6 A metodologia 5S como base do TPM | 35 |
| 2.2.7 Principais barreiras na implementação do TPM | 37 |
| 2.2.8 O impacto do TPM na competitividade organizacional | 43 |
| CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA TPM NA SIMOLDES PLÁSTICOS | 47 |
| 3.1 Caracterização da empresa | 47 |
| 3.2 Processo Produtivo..... | 50 |
| 3.3 Departamentos e estrutura organizativa da Simoldes Plásticos | 54 |
| 3.4 Funcionamento do Departamento da Manutenção | 58 |
| 3.4.1 Estrutura do Departamento da Manutenção..... | 58 |
| 3.4.1 Manutenção Assistida por Computador (MAC) | 59 |
| 3.4.2 Tipos de ações desempenhadas no MAC..... | 60 |
| 3.5 Metodologia de Implementação do TPM..... | 63 |
| 3.5.1 Etapas da aplicação da ferramenta na SP..... | 63 |
| 3.5.3 Métricas utilizadas na SP | 74 |
| 3.5.4 Auxílio da ferramenta 5S no desenvolvimento do TPM | 78 |
| CAPÍTULO 4 – O CASO DE ESTUDO | 83 |

| | |
|--|-----|
| 4.1 Planeamento e estado inicial do TPM | 83 |
| 4.2 Descrição dos problemas e ações de melhoria implementados | 85 |
| 4.2.1 Postos de Montagem da Nave 3, Simoldes Plásticos | 85 |
| 4.2.2 Máquinas de Injeção Plástica – Simoldes Plásticos | 90 |
| 4.2.3 Melhorias 5S no âmbito do TPM na área da manutenção | 95 |
| 4.3 Resultados alcançados e análise dos indicadores de desempenho | 99 |
| 4.3.1 Rendimento de utilização RU TPM nos Postos de Montagem | 99 |
| 4.3.2 Auditorias TPM | 100 |
| 4.3.3 Eficiência da Manutenção | 101 |
| CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES | 103 |
| 5.1 Discussão dos Resultados | 103 |
| 5.2 Barreiras na implementação do TPM | 104 |
| 5.3 Conclusões finais | 105 |
| BIBLIOGRAFIA | 107 |
| ANEXOS | i |
| Anexo I – Calendarização da Implementação do TPM | i |
| Anexo II – Cartaz A1 de Divulgação do TPM | ii |
| Anexo III – Revisão do Plano de Manutenção Autónoma | iii |
| Anexo IV – Documento A3 TPM | iv |
| Anexo V – Ficha de Auditoria TPM | v |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| FIGURA 1 -ESTRUTURA DO SISTEMA DE PRODUÇÃO DA TOYOTA (FONTE: PINTO 2008) | 23 |
| FIGURA 2 -OS DESPERDÍCIOS E AS ATIVIDADES DE TRABALHO (FONTE: PINTO 2008) | 25 |
| FIGURA 3 -EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL NO JAPÃO (FONTE: NAKAJIMA, 1989) | 28 |
| FIGURA 4 -OS OITO PILARES DO TPM (FONTE: KHAMBA E AHUJA, 2008) | 33 |
| FIGURA 5 -BARREIRAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO TPM NAS INDÚSTRIAS (FONTE: ATTRI ET AL., 2014) | 38 |
| FIGURA 6 -PRIMEIRA EMPRESA DO GRUPO (FONTE: SIMOLDES,2016) | 47 |
| FIGURA 7 -EXTERIOR DA EMPRESA SIMOLDES PLÁSTICOS (FONTE: SIMOLDES,2016) | 48 |
| FIGURA 8 -TIPOS DE PEÇAS PRODUZIDAS NA SIMOLDES PLÁSTICOS (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 49 |
| FIGURA 9 -ESTRUTURA DE FUNCIONAMENTO DA EMPRESA (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 50 |
| FIGURA 10 -PARTES CONSTITUINTES DE UMA MÁQUINA DE INJEÇÃO PLÁSTICA (FONTE: I.S.T, 2016) | 51 |
| FIGURA 11 -LAYOUT DE UM POSTO DE TRABALHO DE UMA MÁQUINA DE INJEÇÃO (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 52 |
| FIGURA 12 -LAYOUT DA SIMOLDES PLÁSTICOS E ÁREA DE IMPLEMENTAÇÃO DO TPM (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 54 |
| FIGURA 13 -ESTRUTURA ORGANIZATIVA DA FÁBRICA SIMOLDES PLÁSTICOS (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 55 |
| FIGURA 14 -ORGANIGRAMA DO DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 58 |
| FIGURA 15 -LISTA DE PEDIDOS DE INTERVENÇÃO DE FÁBRICA (FONTE: SIMOLDES, 2016)..... | 60 |
| FIGURA 16 -PREENCHIMENTO DE UMA ORDEM DE TRABALHO (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 61 |
| FIGURA 17 -ANÁLISE DOS TEMPOS DE MANUTENÇÃO (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 62 |
| FIGURA 18 -CHECKLIST DE INSPEÇÃO INICIAL (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 65 |
| FIGURA 19 -CHECKLIST DE INSPEÇÃO INICIAL – SEGUNDA PÁGINA (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 66 |
| FIGURA 20 -ATIVIDADES DE VERIFICAÇÃO DO PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 67 |
| FIGURA 21 -EXEMPLO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA (FONTE: SIMOLDES, 2016)..... | 69 |
| FIGURA 22 -DIAGRAMA "TEIA DE ARANHA" REFERENTE AOS RESULTADOS DAS 5 CATEGORIAS | 80 |
| FIGURA 23 -EXEMPLO DE RESULTADOS GERAIS DE CADA DEPARTAMENTO | 81 |
| FIGURA 24 -EVOLUÇÃO DO RUTPM DOS POSTOS DE MONTAGEM DA NAVE 3 | 99 |
| FIGURA 25 -RESULTADOS DAS AUDITORIAS PARA O ANO DE 2015 | 100 |
| FIGURA 26 -RESULTADOS DAS AUDITORIAS PARA O ANO DE 2016 | 101 |
| FIGURA 27 -EVOLUÇÃO DO INDICADOR MTBF ENTRE O ANO DE 2015 E 2016 | 102 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 -PONTUAÇÕES DE CADA PONTO AUDITADO (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 73 |
| TABELA 2 -ATRIBUIÇÃO QUALITATIVA A VALORES QUANTITATIVOS (FONTE: SIMOLDES, 2016)..... | 73 |
| TABELA 3 -EXEMPLO DOS RESULTADOS OBTIDOS EM TRÊS AUDITORIAS TPM (FONTE: SIMOLDES, 2016)..... | 74 |
| TABELA 4 -CÓDIGOS DE PARAGENS DA FÁBRICA (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 76 |
| TABELA 5 -FÓRMULA DE CÁLCULO E PARAGENS TPM DOS POSTOS DE MONTAGEM (FONTE: SIMOLDES, 2016) | 77 |
| TABELA 6 -CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PARA O PONTO ELIMINAR..... | 79 |

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento e motivação

Em 1913 Henry Ford concebeu a sua primeira linha de montagem, revolucionando os processos de produção do seu Modelo T, tornando-se um marco de referência para os métodos de produção em todo o mundo. O seu objetivo era simples, reduzir os custos de fabrico e aumentar a produção de uma forma simples e ágil, entregando o produto rapidamente ao cliente (Ford, 2016). Uma das características do modelo de produção Ford era a ausência de mão-de-obra qualificada e a falta de visão geral sobre o produto final. Segundo Bauman (2009), o método utilizado na fábrica da Ford era reduzir as atividades dos seus colaboradores a movimentos simples, rotineiros e predeterminados. As pessoas eram destinadas a serem obedientes e as suas atividades mecanicamente seguidas, não se apostava nas suas faculdades mentais e excluía-se toda a espontaneidade e iniciativa individual.

Atualmente observamos que muitos aspetos mudaram, antigamente o modelo da Ford era o ideal e irrefutável, nos dias que decorrem já não. O método de trabalho usado e adotado pela maioria das empresas atuais é o TPS (Toyota Production System), que dá ênfase ao JIT (*Just-In-Time*), qualidade produtiva e sobretudo ao bem-estar social no meio industrial. O colaborador que antigamente era desvalorizado, agora é o principal foco no meio industrial, onde as empresas procuram especializar, zelar e investir na formação e capacitação profissional das pessoas (Bauman, 2009).

A indústria automóvel, tem vindo a passar por mudanças significativas ao longo dos últimos anos, é um tipo de indústria que está em constante evolução. A competição entre as diferentes marcas é permanente e tem vindo a aumentar drasticamente nos últimos anos. A introdução de novas tecnologias na indústria é cada vez mais frequente, as empresas que não acompanham a mudança acabam por perder clientes e conseqüentemente quota de mercado.

Os clientes dão especial importância à qualidade dos produtos, ao tempo de entrega e, sobretudo, aos seus custos. Como resultado, as empresas vêm-se obrigadas a implementar sistemas de gestão da qualidade, com o objetivo de melhorar e aumentar continuamente a produtividade e qualidade dos seus produtos.

De forma a responder a esta realidade, muitas empresas têm vindo a adotar o TPS, um sistema de produção que se baseia na filosofia *Lean Manufacturing*. Esta filosofia tem vindo a demonstrar especial destaque na indústria atual, pois permite às empresas reduzir os diversos desperdícios ao longo do seu processo produtivo, aumentando a qualidade dos seus produtos, reduzindo custos, melhorando a flexibilidade da organização para eventuais mudanças estratégicas, tudo com o principal objetivo de maximizar a criação de valor para os seus *stakeholders* e respetiva cadeia de valor.

Um caminho a tomar para ir ao encontro da filosofia *Lean Manufacturing* numa empresa, pode ser através da implementação de um sistema de gestão de equipamentos. Este sistema tem como objetivo maximizar a eficiência operacional dos equipamentos produtivos, para todo o seu ciclo de vida, sendo um grande desafio para qualquer departamento da manutenção.

Numa empresa onde a componente industrial apresenta uma grande influência na questão produtiva (o caso da presente dissertação), a implementação de princípios de manutenção produtiva total (TPM) revela-se determinante, tendo em vista o aumento da produtividade, a diminuição de avarias e conseqüentemente maior competitividade. A presente dissertação

incide no desenvolvimento da implementação do TPM, uma das várias metodologias *Lean*, como uma ferramenta para aumentar a fiabilidade dos equipamentos.

1.2 Objetivos

A presente dissertação pretende descrever o desenvolvimento de um projeto de implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM), no âmbito de um estágio curricular iniciado a 19 de Outubro de 2015 e finalizado a 16 de Junho de 2016, na empresa Simoldes Plásticos S.A, empresa dedicada à produção de componentes plásticos para o setor automóvel.

O projeto teve como principal objetivo manter a ferramenta ativa na produção, proceder à implementação nas restantes áreas da Simoldes Plásticos e prestar apoio central às empresas da Divisão de Plásticos em Portugal, no que diz respeito ao desenvolvimento e acompanhamento da metodologia.

Como o estágio foi sobretudo realizado no departamento da manutenção, será apresentada uma análise que relaciona, através da implementação da metodologia, a eliminação dos diferentes desperdícios com o desempenho da manutenção.

Também são descritas outras ferramentas e métodos práticos utilizados, que dão suporte à Melhoria Contínua, e que de certa forma são a base do *Lean Manufacturing*. Assim, por meio de exemplos práticos de implementação e indicadores de desempenho correspondentes, serão apresentadas as melhorias obtidas no meio industrial e ao mesmo tempo será possível compreender o impacto e as dificuldades presentes na implementação do TPM.

1.3 Ferramentas de apoio

Existem muitas formas de se conseguir o *Lean Management*. Toda a teoria analisada assente na metodologia TPM aparenta ser bastante simples e fácil de adotar. No meio industrial, a maior parte do trabalho elaborado é sobretudo, de gestão organizacional e relacionamento interpessoal, podendo não se relevar tão linear quanto aparenta ser. Por forma a assegurar a correta coordenação de trabalhos a realizar, foi possível ter ao alcance uma ferramenta determinante para a correta gestão da manutenção. Foi utilizado um sistema integrado de gestão chamado de MAC, software esse dedicado à gestão da manutenção. Este software proporcionou uma grande ajuda na correta organização dos trabalhos diários da manutenção e na própria gestão da manutenção, dando como exemplo o auxílio na quantificação de material em stock disponível no armazém da manutenção, controlo do stock “crítico” de cada máquina existente no armazém, introdução dos tempos de mão-de-obra dos técnicos (para posterior cálculo dos indicadores), baixa do material usado nas intervenções, consulta do histórico de intervenções e trabalhos, entre outras opções que serão descritas com maior detalhe no caso de estudo.

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está organizada em 5 Capítulos. No seguimento deste Capítulo introdutório, o Capítulo 2, através de uma revisão bibliográfica, ilustra o enquadramento teórico que faz de base ao desenvolvimento do caso de estudo realizado.

Ainda no Capítulo 2 é apresentado um estudo onde se pode compreender os principais impactos e barreiras quando se pretende implementar a ferramenta TPM nas indústrias atuais. Através de uma categorização dos diferentes tipos de barreiras, é possível compreender de que modo se conseguem ultrapassar de uma forma bem-sucedida.

O Capítulo 3 descreve a empresa, a sua história, mercado onde se posiciona, o seu funcionamento operacional e explicação dos diversos departamentos. Seguidamente, mais relacionado com o tema em questão, é apresentada a metodologia utilizada na Simoldes Plásticos para a implementação do TPM, os passos necessários, as ferramentas auxiliares utilizadas, métricas adotadas e o funcionamento da ferramenta 5S na empresa, em pormenor no departamento da manutenção.

Serão apresentadas as situações iniciais e posteriores à implementação do TPM tanto nas máquinas de injeção como em postos de montagem, exemplos de Melhoria Contínua e aplicações da ferramenta 5S na área da Manutenção que se enquadram no âmbito do TPM.

No Capítulo 4, são descritos os resultados obtidos e as melhorias conseguidas. É elaborada uma análise aos diferentes indicadores, concretamente os da eficiência produtiva e eficiência da manutenção, comparando os resultados antecedentes e posteriores à implementação do TPM.

São analisados de forma quantitativa os resultados obtidos após a implementação, prestando especial foco no indicador RU_{TPM} , além dos resultados das auditorias e indicadores de desempenho da manutenção.

Por último, no Capítulo 5 é apresentada a discussão e conclusões referentes ao projeto realizado. São comentados, de forma qualitativa, os resultados alcançados no caso de estudo e é elaborada uma analogia entre o estudo realizado sobre os impactos e as barreiras da implementação do TPM com a experiência obtida durante todo o trabalho desenvolvido na Simoldes Plásticos.

CAPÍTULO 2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Lean Manufacturing

2.1.1 Nascimento do *Lean*

No ano de 1945, posteriormente à segunda grande guerra, a *Toyota Motor Company* (TMC) via-se numa situação económica delicada. A estratégia que usou para sobreviver e se diferenciar do mercado ocidental foi apostar na variedade de produto, mantendo a elevada qualidade ao menor custo possível. Para alcançar isso a companhia teve de desenvolver um sistema de fabrico totalmente novo (Pinto, 2008).

Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno, através dos seus estudos, observaram que, para conseguirem obter custos de produção mais baixos, aumentando a variedade e qualidade dos produtos, e ao mesmo tempo garantir uma maior flexibilidade para melhor responder às necessidades dos clientes, tinham de otimizar e alterar alguns fatores. Então, chegaram à conclusão que tinham de dimensionar corretamente o volume de produção, apostar na auto monitorização, proceder a um alinhamento das máquinas na sequência de produção, criar condições para as máquinas efetuarem pequenos volumes de peças variadas e, por último, criar um sistema que possibilitasse, em cada etapa, notificar a etapa anterior em termos de necessidades atuais (L.E.I, 2009).

Como resultado deste estudo, surgiu o desenvolvimento do sistema TPS (*Toyota Production System*), o qual metodicamente elimina o desperdício e orienta a sua atenção para a satisfação do cliente (Figura 1).

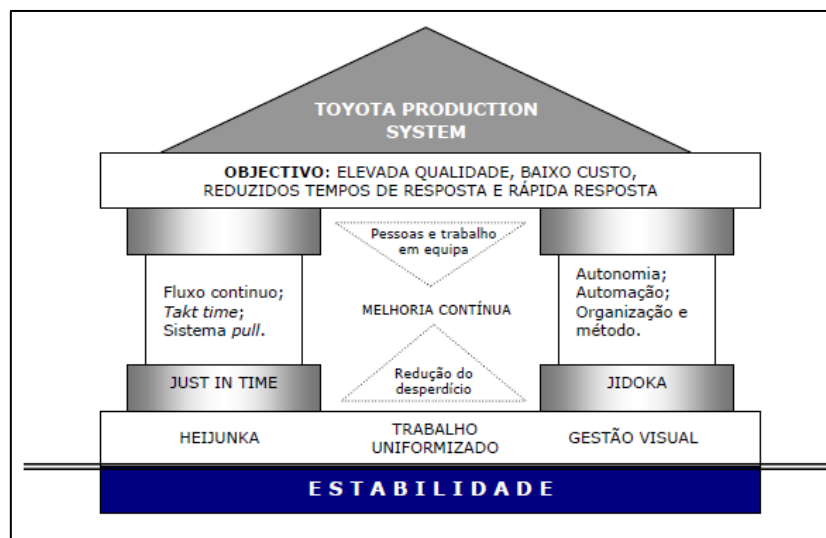


Figura 1-Estrutura do sistema de produção da Toyota (Fonte: Pinto 2008)

O sistema TPS possui um conjunto de elementos fundamentais que lhe fazem de suporte. Usualmente é representado através de uma casa, por ser um sistema estruturado. A casa só é suficientemente forte se os seus pilares, fundação e telhado forem igualmente robustos. De igual forma, uma falha num destes pontos, irá enfraquecer todo o sistema.

Começando pela descrição do telhado, o TPS tem como objetivo melhorar a qualidade, baixar os custos, com o mínimo lead time possível. Seguidamente existem dois pilares, o Just-in-time e o Jidoka: o primeiro procura produzir apenas o necessário no tempo certo à hora certa (diminuir o mínimo possível os stocks usados para compensar eventuais problemas na produção), auxiliado por sistemas de controlo Kanban e Sistemas pull; o segundo, o Jidoka que na sua

essência significa nunca deixar um defeito passar para a próxima estação, introduzindo a automação com características humanas, através da criação de práticas de prevenção de erros como o uso de *poka-yoke*. Por fim, alguns elementos fundamentais como a Standardização, estabilidade, fiabilidade de processos e o *Heijunka*. Este último significa nivelar o planeamento de produção em volume e variedade. Nas fundações da casa está a estabilidade, que é necessária para que todo o sistema funcione continuamente. Ou seja, com a ajuda da manutenção gerir corretamente as suas paragens, não comprometendo a produção, alcançando desta forma um equilíbrio.

Nas décadas seguintes ao aparecimento do TPS, outras empresas Japonesas foram adotando gradualmente. Nos anos 90 surge o conceito "*Lean Manufacturing*" e logo se começa a generalizar. Utiliza-se a palavra "*Lean*", em Língua Portuguesa significa "magro" ou "sem gordura", porque o princípio condutor sugere a utilização de "apenas o necessário, nem mais cedo, nem mais tarde", o que a nível operacional traduz-se em menos pessoas, menos espaço, menos materiais, menos energia, menos *stocks*, menos desvios, enquanto o principal objetivo é reforçar a qualidade, a flexibilidade e o serviço ao cliente (Pinto, 2008).

2.1.2 Conceito *Lean Thinking*

O pensamento *Lean* não é um meio para implementar mudanças radicais nas organizações, é uma mudança na atitude e cultura das empresas. Normalmente é adotado pelas administrações que têm autoridade para proceder à mudança. O conceito *Lean* pode ser visto como um processo que tende a solucionar problemas, a sua essência resume-se na capacidade de eliminar continuamente os desperdícios e resolver os problemas de forma sistemática. Implica a renovação da maneira como se faz a gestão, liderança e desenvolvimento das pessoas que nela estão envolvidas. A partir daí, estabelece-se uma mudança tanto a nível dos equipamentos como dos processos de fabrico.

Esta filosofia surgiu como um sistema de gestão que tem como objetivos otimizar os processos produtivos através da redução contínua de desperdícios em todas as suas fases, e principalmente garantir a qualidade dos produtos e flexibilidade do processo. Assim, este método reforça a capacidade da organização para fazer face às exigências da globalização. Alguns autores afirmam que se trata de um sistema TPS atualizado que tem por base a introdução de novas práticas e ferramentas. Exemplo o serviço ao cliente e foco na cadeia de valor (Pinto, 2008).

Segundo Womack e Jones (1996), o *Lean Thinking* é mundialmente aplicado nas organizações, sendo que a indústria automóvel foi o berço desta filosofia, onde durante muito tempo cresceu e evoluiu para outros setores. Pode ser aplicado a qualquer organização e a qualquer setor de atividade, embora as origens estejam na indústria automóvel, as ferramentas e técnicas desenvolvidas podem ser facilmente transferidas, com poucas ou nenhuma alteração.

2.1.3 Os sete desperdícios

Entende-se por desperdício qualquer atividade que não acrescenta valor. Ou seja, qualquer atividade e recurso usado indevidamente que contribui para o aumento dos custos, do tempo e da não satisfação do cliente ou demais partes interessadas no negócio. O *Lean Thinking* tem aqui o papel de combater os *inputs* que se transformam em desperdícios e que comprometem a competitividade dos negócios (Citeve, 2012).

Para Fujio Cho¹, o desperdício é tudo o que está para além da quantidade desejável. Seja em termos de número de equipamentos, matéria-prima, ferramentas, espaço ou mão-de-obra e que não acrescenta valor ao produto. O desperdício é algo que existe no ambiente empresarial e que, curiosamente, muitas vezes não é identificado pelos gestores das empresas, que se focam nos resultados, esquecendo-se dos custos envolvidos (Suzaki, 2010).

Pinto (2008) refere que, num processo típico, o desperdício pode pesar até 95% do tempo total. Nesse sentido, as organizações tendem a orientar a sua produtividade com vista à componente que acrescenta valor, que é de 5%. Esquecem-se que podem obter grande potencial se orientarem a sua atenção para as atividades que não acrescentam valor (Figura 2), otimizando-as. Podem existir situações, em que as atividades que estão a ser realizadas de forma eficiente, nunca deveriam ser efetuadas (por desconhecimento ou ignorância da organização).



Figura 2-Os desperdícios e as atividades de trabalho (Fonte: Pinto 2008)

Como já enunciado anteriormente, a identificação e eliminação dos desperdícios são as características mais conhecidas do *Lean Manufacturing*.

Tendo por base a identificação e categorização desses desperdícios, as ações de melhoria tornam-se mais fáceis de implementar. Nesse sentido, após muitos anos de pesquisa e implementação de ações de melhoria, Taichii Ohno e Shigeo Shingo, identificaram sete tipos de desperdícios, em Japonês “Mudas”, mais prejudiciais para as empresas:

- **Excesso de produção:** Produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em fluxos irregulares de materiais e informação, ou em excesso de *stocks*;
- **Tempos de espera:** Longos períodos de paragem de pessoas, equipamentos, materiais e peças e informação, resultando em fluxos irregulares, bem como longos *lead times*: avarias do equipamento, atrasos nas entregas, burocracia nos processos, pouca autonomia das pessoas, entre outros;
- **Transportes:** deslocações excessivas de pessoas, materiais e informação resultando em dispêndio desnecessário de capital, tempo e energia;
- **Processos inadequados:** Utilização incorreta de equipamento e ferramentas, aplicação de recursos e processos inadequados às funções, aplicação de procedimentos complexos ou incorretos ou sem a informação necessária;

¹ Antigo presidente honorário da Toyota

- **Excesso de inventário:** demasiados locais de armazenamento, elevado tempo de armazenamento, falta de informação dos produtos, resultando em custos excessivos, baixo desempenho e mau serviço prestado ao cliente;
- **Movimentação desnecessária:** Desorganização dos locais de trabalho, resultando em mau desempenho, despreocupação por aspetos ergonómicos e pouca atenção às questões associadas ao estudo do trabalho;
- **Defeitos (qualidade):** Problemas frequentes nas fases de processo, problemas de qualidade do produto, ou baixo desempenho na entrega.

Outros autores como Womack e Jones (1996), confirmaram as sete fontes de desperdícios inicialmente identificadas por Taichii Ohno e Shigeo Shingo para o TPS e acrescentam a oitava fonte de desperdício denominada por “*Design de produtos e serviços que não vão ao encontro das necessidades do cliente*”. Ou seja, é o cliente que define o valor dos produtos ou serviços e não a entidade que os concebe.

Pinto (2008) indica que é ainda possível identificar outras formas de desperdício, como por exemplo: espaço e subactividades (atividades intermédias de apoio às operações). Sendo que, a mais importante fonte de desperdício nas organizações é o não aproveitamento do potencial das pessoas (o seu conhecimento, experiência e inteligência).

2.1.4 Princípios do Lean Thinking

O pensamento *Lean* baseia-se num conjunto de princípios que visam simplificar o modo como uma organização gera valor para os seus clientes, ao mesmo tempo que os desperdícios são eliminados.

Womack e Jones (1996) identificaram os cinco princípios da filosofia *Lean Thinking*: criar valor; definir a cadeia de valor; otimizar o fluxo; o sistema pull e a perfeição. Estes foram ainda colocados numa sequência tal que a sua realização poderá servir como um “guia” para a implementação da filosofia *Lean* nas Organizações.

Com o propósito de criar valor para as partes interessadas, outros autores sugeriram a adoção de mais dois princípios: conhecer os *stakeholders* e inovar continuamente. Tudo isto com o objetivo de colocar a organização no caminho certo rumo à excelência e altos níveis de desempenho (Citeve, 2012). Desta forma, os 7 princípios do *Lean Thinking* são:

1. **Conhecer quem servimos:** é importante conhecer com detalhe todos os *stakeholders* envolvidos no negócio. Não importa se a cadeia de valor é grande ou pequena, a preocupação da organização deverá ser sempre a satisfação do cliente final;
2. **Definir os valores:** as atividades que são classificadas como desperdício necessário devem agora receber especial atenção porque irão acrescentar valor para outras partes que não o cliente final. Exemplo disso é o desenvolvimento dos recursos humanos no que toca à formação contínua, organizações que se preocupam com a responsabilidade social, criam valor para todas as partes;
3. **Definir as cadeias de valor:** ao satisfazer simultaneamente todos os seus *stakeholders*, as organizações devem-se preocupar na distribuição da cadeia de valor para cada parte interessada. Nenhuma se deve sobrepor a outra, e desta forma as organizações devem equilibrar os interesses;
4. **Otimizar o fluxo:** deve procurar sincronizar os meios envolvidos que criam valor para todas as partes. Exemplos desses fluxos, são por exemplo, fluxos de materiais, de pessoas, de informação e capital;

5. **Implementar o sistema pull:** aplicar a lógica *pull*, que ao contrário do *push*, permite ao cliente e outros *stakeholders* liderarem os processos, no ponto de vista dos pedidos de produção;
6. **Procurar a perfeição:** as organizações que tenham conhecimento dos interesses, necessidades e expectativas das diferentes partes interessadas, devem incentivar a melhoria contínua a todos os níveis da organização. Procurar ouvir a voz do cliente e sobretudo fornecer respostas rápidas, permitirá às organizações melhorar continuamente;
7. **Inovar continuamente:** Não estagnar, ou seja continuar a inovar. Criar novos produtos, novos serviços, novos processos, sempre com o objetivo de criar valor.

2.2 Total Productive Maintenance (TPM)

2.2.1 O nascimento do TPM

O conceito TPM surgiu após o final da Segunda Guerra Mundial. A indústria Japonesa encontrava-se arrasada, a necessidade de restaurar as suas infraestruturas industriais era urgente. Um das formas que o Japão usou para ultrapassar este problema, passou por adotar uma serie de metodologias e filosofias de produção, baseadas em diversos estudos realizados à indústria Norte-Americana. Posteriormente importou e adaptou todos esses conceitos para a sua própria indústria (Venkatesh J., 2009).

Além dos tópicos oriundos da engenharia de fiabilidade, os Estados Unidos foram também os pioneiros na adoção da Manutenção Preventiva (MP), que posteriormente evoluiu para a Manutenção do Sistema de Produção (Nakajima, 1989). Entre as várias ferramentas estudadas pelo Japão, aquela que mais se destacou foi a Manutenção Preventiva.

Em 1960 a fábrica Nippon Denso, empresa integrante do grupo Toyota, foi a primeira a adotar um plano de manutenção preventiva no seu chão de fábrica. Este conceito de manutenção foi usada pelos Japoneses a fim de prevenir e evitar quebras e paragens nas máquinas de produção, aumentando assim o seu ciclo de vida e fiabilidade. Enquanto a produção assegurava a qualidade dos produtos produzidos pelos operadores através das suas máquinas, a equipa da manutenção assegurava o seu correto funcionamento. No entanto, com a introdução de grandes processos de automação na fábrica Nippon Denso, a manutenção tornou-se um problema, pois agora existia a necessidade de ampliar a equipa da manutenção devido ao excesso de trabalho observado. Decidiram que a manutenção de rotina dos equipamentos deveria ser assegurada pelos operadores, ficando a equipa da manutenção responsável pela prevenção de avarias e modificações no projeto.

Com isto, Nippon Denso que já seguia um plano de manutenção preventiva, acrescentou agora a manutenção autónoma, um dos mais importantes pilares do TPM. A manutenção autónoma consiste em atividades simples de manutenção que o próprio operador do equipamento realiza durante o seu período de trabalho. Fazendo com que a equipa da manutenção fique com mais tempo para proceder a modificações nos seus equipamentos ou intervenções complexas, tudo com o objetivo de aumentar a fiabilidade dos equipamentos produtivos. Assim, o aperfeiçoamento das técnicas de manutenção preventiva, aumento da fiabilidade e melhoria da manutibilidade, resultaram na Manutenção Produtiva. O seu principal objetivo é a maximização da eficiência dos equipamentos e instalações industriais, de modo aumentar o ciclo de vida dos mesmos, diminuindo os custos globais de produção. Segundo Nakajima (1989), a evolução do sistema de manutenção no Japão processou-se em quatro estágios diferentes, conforme o esquema assinalado na Figura 3.

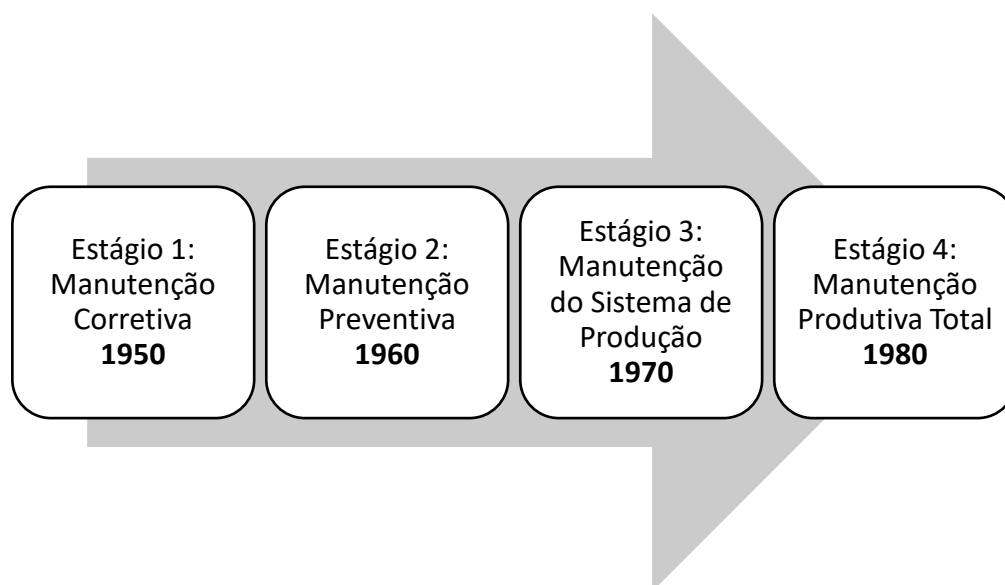


Figura 3-Evolução da Manutenção Produtiva Total no Japão (Fonte: Nakajima, 1989)

O modo como a fábrica Nippon Denso implementou a manutenção produtiva foi através do envolvimento de todos, tal confere a primeira palavra da sigla TPM, total. De facto, a participação de todos os funcionários é fundamental para o sucesso da ferramenta, pois só a cooperação, diálogo e entreaajuda permitem a implementação bem-sucedida da manutenção produtiva total. A palavra total, tem ainda outros significados: o rendimento global dos equipamentos, proveniente da maximização do rendimento operacional de todas as máquinas da organização; o sistema total, proveniente do envolvimento e esforço de todos os departamentos da organização (engenharia, produção, manutenção e logística) para a implementação (Nakajima, 1989).

Com base em todos estes desenvolvimentos, em 1971 Nippon Denso recebeu o Prémio “Deming”, um reconhecimento oficial à excelência da manutenção, pelo *Japan Institute of Plant Engineers* (JIPE), por ter sido a primeira empresa a conseguir implementar com sucesso o TPM no seu chão de fábrica, recebendo a primeira certificação. Mais tarde em 1981, esse instituto evoluiu para o *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), estando em funcionamento até aos dias de hoje. Posteriormente, entre 1980 e 1990, muito por causa do seu impacto e sucesso, o TPM alargou-se aos EUA e à Europa (Venkatesh J.,2009).

2.2.2 Conceito e Objetivos

O TPM é uma das várias ferramentas *Lean Manufacturing*. Esta baseia-se na manutenção com o objetivo de maximizar a eficiência global das máquinas e equipamentos produtivos, alcançando os quatro zeros: zero acidentes, zero defeitos, zero avarias e zero desperdícios.

Esta ferramenta é conhecida por ter como principal foco o operador. Atribuindo-lhe a devida responsabilidade sobre os equipamentos onde trabalha, permite o aumento da sua moral e satisfação no local do trabalho, resultando no aumento da sua produtividade. Além disso, o TPM enaltece o facto de o operador ser a pessoa que melhor conhece a sua máquina, e por isso deter de conhecimento suficiente para cooperar na criação de melhores condições de funcionamento, bem como prevenção de avarias (Cabral, 2006). Já Wireman (2004), considera o TPM como sendo um tipo de manutenção que engloba todos os colaboradores da organização, desde a

gestão de topo até ao simples funcionário no chão de fábrica, incluindo ainda todos os departamentos da organização.

É uma metodologia que se foca na melhoria produtiva, na medida em que permite a otimização dos equipamentos e gestão eficiente dos ativos produtivos das organizações. Sendo que o envolvimento entre os trabalhadores e a ligação entre os diversos departamentos como a produção, manutenção e engenharia, são determinantes para o seu sucesso (Khamba e Ahuja, 2008).

O TPM caracteriza a manutenção como sendo uma parte vital e necessária na importância da atividade operacional de uma organização. Esta deixa de ser vista como uma atividade que não acrescenta valor, mas sim uma ferramenta essencial para a saúde do negócio (Venkatesh J., 2009).

Nakajima (1989) enaltece ainda que os resultados obtidos com a introdução do TPM não são instantâneos. Em empresas com um bom suporte organizacional e operacional contam com um período de preparação e implementação de pelo menos três anos. Além disso, a organização tem de estar ciente dos custos inerentes à sua aplicação, mais concretamente aos custos necessários para o restauro dos equipamentos ao seu estado inicial de funcionamento. Por outro lado, será ainda necessário formar as pessoas envolvidas, através de programas de educação e treino, que obviamente terão os seus custos inerentes. Os gastos iniciais podem ser avultados, porém, espera-se que a longo prazo, o retorno do investimento seja quase como garantido.

Os objetivos do TPM, segundo Wireman (2004), podem ser divididos em cinco segmentos básicos, apresentados seguidamente:

- **Capacidade do equipamento:** ao garantir a capacidade do equipamento, possibilita a sua operação a velocidades impostas pelo projeto, resultando em taxas de produção corretas e com qualidade garantida. Muitas empresas não têm conhecimento dessas taxas e velocidades projetadas, resultando na definição de ordens de produção completamente irrealistas, não correspondendo de todo à realidade. Por outro lado, na eventual existência de problemas nos equipamentos, são os próprios operadores que alteram a taxa operacional. Caso os problemas persistam, o equipamento pode diminuir a sua produtividade até 50% para o qual foi projetado. Resultando em investimento adicional desnecessário, para atender às necessidades de produção;
- **Programas de manutenção para todo o ciclo de vida do equipamento:** semelhante aos tradicionais planos de manutenção preventiva e preditiva que muitas empresas utilizam, mas com uma diferença básica: o programa altera-se à medida que existe mudança funcional do equipamento. Ou seja, cada peça do equipamento necessita de quantidades diferentes de manutenção à medida que esta envelhece. Um programa de manutenção preventiva/preditiva bem elaborado, tem em conta essas considerações. Ao assegurar continuamente uma monitorização dos registos de falhas, analisando os problemas e as condições básicas, esse programa é alterado para atender às necessidades do equipamento. Para isso, o envolvimento de todos os colaboradores, desde a classe mais baixa, à gestão de topo é determinante. O operador terá que executar limpezas, verificações e lubrificações no seu equipamento, assegurando uma dinâmica preventiva para com os possíveis problemas. Já a direção ficará encarregue de garantir que as ações de manutenção têm tempo suficiente para a sua correta execução, de modo a manter o equipamento nas condições necessárias de funcionamento para o qual este foi projetado;

- **Apoio interdepartamental no uso dos equipamentos ou instalações:** assegurar a cooperação e compreensão entre todos os departamentos, na altura de tomar decisões. Por exemplo, incluir o departamento da manutenção nas decisões de projetos ou aquisição de novos equipamentos, garante a padronização do equipamento. Estas questões contribuem para poupança financeira, na medida em que a padronização pode vir a reduzir os níveis de *stocks*, necessidade de formação e tempos de inicialização. Para além disso, um bom suporte da manutenção, reduz o tempo de inatividade das máquinas;
- **Apoio vertical da empresa:** muitas empresas usam os programas de sugestões com o objetivo de os funcionários contribuírem positivamente no processo produtivo. Porém, é preciso ir além disso, a direção deve estar disponível para ouvir e considerar as sugestões dos funcionários, tornando o ambiente empresarial mais aberto e livre de barreiras. Sem esses métodos, os *inputs* dos colaboradores serão destruídos e a oportunidade de gerar poupança na empresa não será alcançada;
- **Equipas consolidadas para a melhoria contínua:** quanto maior abertura existir na direção, tanto na receção como gestão de *taskforces*², mais facilmente as equipas funcionarão. As equipas podem ser formadas por áreas, departamentos, linhas, processos ou equipamentos. Poderão envolver operadores, membros da manutenção e gestão. Essas equipas irão fornecer *inputs* para dar resposta aos problemas que a empresa tem vindo a tentar resolver até agora de forma independente. O esforço das equipas pode ser visto como um indicador de uma implementação bem-sucedida do TPM.

2.2.3 Contribuição do TPM para a eliminação de perdas

Como referido no início, um dos objetivos do TPM é a eliminação de perdas no meio industrial. Cabral (2006) apontou sete grandes perdas responsáveis pela diminuição da performance operacional, as quais o TPM é suscetível de minimizar:

- **Perdas resultantes de avarias ou falhas** – Estes são os fatores que mais prejudicam a eficiência produtiva. Estas perdas estão divididas em dois tipos: Paragem de Função ou Quebra de Função. As paragens de função dão resultado a avarias, na medida que a máquina deixa de cumprir com a sua função que é produzir. Já as quebras de produção, são resultantes da redução da função da máquina relativamente à sua função original. Exemplo de uma avaria técnica que esteja a reduzir a velocidade média de produção.
- **Perdas por mudança de produto ou afinação (*Set-up*)** – Este tipo de perda está associada à mudança de produção do produto. Ou seja, é a perda resultante desde que a máquina é interrompida para ajustar os parâmetros necessários para a receção do novo produto, até que este entre novamente em produção. Normalmente é o tempo de afinação que engloba a maior parte de tempo perdido ou não útil.
- **Perdas relativas às ferramentas ou moldes** – De modo a que as ferramentas ou moldes se encontrem operacionais, existem diversos procedimentos a realizar. Tais como lubrificações, refrigerações, calibrações e ou afinações, de forma a garantir o seu funcionamento e rendimento operacional, não comprometendo a produção.
- **Perda por pequenas paragens** – Este tipo de perda é diferente da habitual avaria ou falha no equipamento. Consiste em casos específicos, derivados de possíveis encravamentos ou paragens momentâneas, que são de fácil resolução, mas que naturalmente são contabilizadas como paragens. Dando como exemplos,

² *Task force* está ligado à busca de metas num determinado grupo de pessoas. Grupo criado para um fim específico, onde é necessário que todos os envolvidos se unam e façam o máximo esforço para alcançar o que desejam, ou precisam.

encravamentos de moldes, erros nos robots, sensores avariados, problemas que são facilmente resolvidos, mas que comprometem o normal funcionamento, ainda que por pouco tempo.

- **Perdas por quebra de velocidade ou aumento do tempo de ciclo** – Perdas por quebra de velocidade normalmente estão relacionadas com desfasamentos temporais entre o que é planeado produzir e o que é produzido na realidade. Podem ser problemas derivados de qualidade do produto ou problemas técnicos existentes no equipamento, que tornam todo o processo mais ineficiente.
- **Perdas por produto defeituoso e retrabalho** – Quando são produzidos produtos com defeito, estes podem não ser considerados produtos perdidos. Pode existir a possibilidade de retrabalhar esses produtos. Contudo, o tempo despendido para esse efeito poderia ser evitado, se a máquina estivesse devidamente afinada com os parâmetros de funcionamento corretos e, deste modo, produzisse os produtos sem defeitos e à primeira tentativa.
- **Perdas no arranque das máquinas** – Este tipo de perda está relacionado com o arranque de produção. No início da produção, existe sempre uma certa instabilidade produtiva, possivelmente resultante da habituação por parte dos operadores ou até mesmo da estabilização dos padrões físicos de funcionamento da máquina. A perda enunciada, é a perda resultante desde o início do arranque, até à estabilização dos processos produtivos.

Finalizando, devem ser criadas condições favoráveis para assegurar o compromisso da eliminação das sete grandes perdas enunciadas anteriormente, de modo a aumentar a eficiência e eficácia dos equipamentos e colaboradores.

2.2.4 Fases de Implementação

Segundo Nakajima (1988), o desenvolvimento e implementação do TPM realiza-se tendo por base um conjunto de doze passos, que podem ser agrupados em quatro fases:

- **Fase Preparatória:** Esta fase consiste na preparação do ambiente da empresa, para a receção e introdução do TPM. Para isso, é determinado um plano introdutório para a sua aplicação. Em média, são necessários três a seis meses para consolidar esta fase. Seguidamente são apresentadas as etapas necessárias para alcançar a fase preparatória:
 1. Decisão da implementação pela administração. Esta fase corresponde à divulgação do TPM por toda a organização, usando meios de comunicação internos, como panfletos, jornais internos, televisões;
 2. É efetuado um seminário dirigido à gestão de topo, onde será introduzida uma sessão de esclarecimentos iniciais sobre a metodologia, usando conteúdos programáticos de cariz elucidativo e promocional;
 3. Esta fase corresponde à escolha e estruturação do órgão responsável pela implementação. Para isso são criados comitês para responder a essa necessidade;
 4. Procede-se à definição da política básica e metas a serem alcançadas. É escolhido o alvo principal e as metas correspondentes;
 5. Elaboração do plano-diretor de implementação, onde estão relatados os detalhes do mesmo, no que toca a estratégias a serem adotadas e previsões da implementação a longo prazo;
- **Fase Inicial:** Ampliar a promoção da implementação do TPM “além-fronteiras”:

6. Alargar a divulgação da implementação fora da organização, mais propriamente aos seus fornecedores e empresas filiais. Convidar essas entidades para ficarem a par do conceito que se pretende instalar na organização;
- **Fase de Implementação:** A fase de implementação é a fase de aplicação da ferramenta, e consome no mínimo dois a três anos. No caso de ser pouco tempo, este prazo deve ser alargado, de modo a que se obtenha sucesso na implementação. As várias fases necessárias para a correta implementação são:
7. Escolha da área piloto, onde consta o primeiro equipamento a receber o TPM. Seguidamente a elaboração das melhorias nos equipamentos. Todo o trabalho da equipa é estruturado e planeado de acordo com o plano diretor estabelecido anteriormente;
 8. Estruturação da manutenção autónoma, através da elaboração dos planos de verificação e diagnóstico para cada equipamento, incorporando ainda ações de controlo, como auditorias;
 9. Desenvolvimento da manutenção preventiva, concebendo planos de manutenção periódica para cada equipamento. No geral pretende-se a melhoria da manutenção;
 10. Educação e formação aos membros da produção e manutenção. Elucidar os demais no que toca à manutenção preventiva. Esse treino tanto é direcionado para os líderes gestores, como para os restantes membros;
 11. Desenvolvimento do processo produtivo dos equipamentos. Passa por criar condições para a melhoria da operação de produção dos produtos;
- **Fase de Consolidação:** Nesta fase deve-se efetuar um balanço de tudo o que foi realizado no âmbito TPM. É importante elaborar uma comparação dos resultados obtidos e os impostos no início do projeto. Daí para a frente, devem-se traçar novas metas e objetivos, agora ainda mais exigentes. Todo o processo deve-se fazer numa base de melhoria contínua, de modo a responder às necessidades da organização. A etapa correspondente à consolidação da implementação é a seguinte:
12. Esta última etapa é o consolidar da implementação do TPM e incremento do seu nível. Consiste em definir novos objetivos para continuidade da metodologia, através da manutenção autónoma, melhoria contínua, envolvimento das pessoas e ainda prémios de manutenção produtiva, como forma de incentivo.

2.2.5 Os oito pilares do TPM

Os pilares do TPM podem variar ligeiramente de organização para organização, pois dependem da cultura da mesma e daquilo que se pretende implementar. No geral, inúmeros autores afirmam que o grosso do potencial extraído do TPM resulta da interação que o operador tem para com seu equipamento, ele é o principal responsável pelo equipamento onde trabalha, dando suporte para a sua correta utilização (Venkatesh J., 2009). Desta forma, para que o TPM cumpra com o seu objetivo, este necessita de uma estratégia bem definida, que se pode assentar em oito pilares ilustrados na Figura 4.

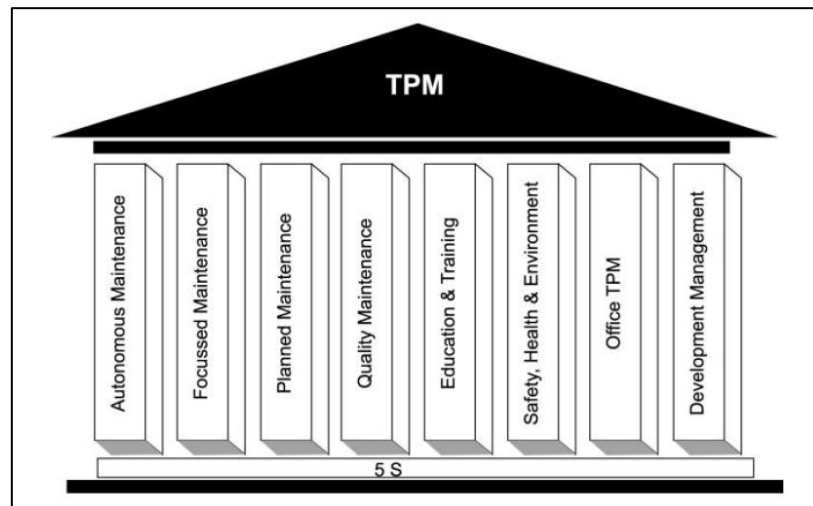


Figura 4-Os oito pilares do TPM (Fonte: Khamba e Ahuja, 2008)

A estrutura da “casa” TPM foi sugerida e promovida pelo JIPM, envolvendo um plano de implementação de oito pilares e uma base denominada de 5S. Ou seja, os oito pilares só funcionam devidamente se e só se existir uma primeira abordagem 5S, que permita manter o local de trabalho limpo e organizado, fazendo com que os problemas sejam facilmente identificados pela equipa.

Esta estrutura resulta num aumento substancial da produtividade do trabalho, através da manutenção controlada, redução de custos de manutenção e diminuição das paragens de produção (Khamba e Ahuja, 2008). Seguidamente é efetuada uma descrição detalhada dos pilares:

- **Manutenção Autónoma**

Este é o pilar mais importante do TPM. Fornece ao operador conhecimentos básicos de manutenção, para que diariamente possa aplicá-los nos equipamentos onde trabalha, sentindo-se responsável pelos mesmos. Também está incumbido de realizar mudanças com o intuito de aumentar a produtividade no seu local de trabalho. Cabral (2006), subdividiu este pilar em sete etapas:

1. **Limpeza inicial:** Eliminar as sujidades que se formam no equipamento, assegurando essa inspeção diariamente. Detetar eventuais inconveniências no funcionamento da máquina e, desta forma, proceder à sua reparação.
2. **Medidas de combate contra possíveis fontes de sujidade:** Este ponto corresponde a efetuar modificações tanto no equipamento como no posto de trabalho, de modo a assegurar a prevenção da sujidade e ao mesmo tempo reduzir ao máximo o tempo gasto nessas ações.
3. **Elaboração de normas de limpeza e lubrificação:** Proceder à construção de normas de limpeza de forma a otimizar o tempo de operação de ações como limpezas, reapertos e verificações. Também possui o objetivo de padronizar essas normas, para que esse procedimento seja o mesmo em outras empresas pertencentes à mesma organização.
4. **Inspeção Geral:** Detetar eventuais falhas no equipamento, através da aplicação de procedimentos técnicos de inspeção geral, conforme o manual de inspeção do equipamento.

5. **Inspeção Autónoma:** Preencher a folha de inspeção, de acordo com as verificações mencionadas no ponto anterior.
 6. **Organização, ordem e disciplina:** Padronizar os itens de controlo dos diversos equipamentos ou locais, tendo em conta a sistematização total da sua manutenção:
 - Normas de Inspeção de limpeza e de lubrificação;
 - Normas de fluxo de materiais no local de trabalho;
 - Padronização do registo de dados;
 - Normas de controlo de ferramentas, moldes e dispositivos.
- **Manutenção focada na melhoria contínua do equipamento**

Este pilar tem como função eliminar as perdas resultantes no local de trabalho e que influenciam a eficiência produtiva e funcional do equipamento. Resumidamente, pretende reduzir as sete perdas mencionadas no capítulo 2.2.3.

➤ **Manutenção planeada**

Este pilar abrange uma série de atividades realizadas pela equipa da manutenção, relacionadas com a manutenção preventiva e preditiva. Ao assegurar o pilar da manutenção autónoma, possibilita à manutenção obter mais tempo para efetuar atividades de manutenção planeada ao invés de corretivas (deixando essas para os operadores). Assim, este pilar tem como objetivo manter o correto funcionamento dos equipamentos e processos, de modo a melhorar a sua fiabilidade, disponibilidade, diminuição de custos, garantindo as zero avarias e falhas.

➤ **Manutenção de Qualidade**

O objetivo deste pilar é a satisfação do cliente, tanto internamente como externamente, ou seja produzindo produtos sem defeitos. Para isso, e de forma sistemática, é necessário garantir que nenhum constituinte do equipamento afeta negativamente a qualidade dos produtos. Na ótica da manutenção, esta tem de manter uma postura proactiva no que toca ao acompanhamento do funcionamento dos equipamentos.

➤ **Educação e Formação**

É com este pilar que a passagem de conhecimento entre a manutenção e a produção é assegurada. Ao transmitir conhecimento técnico de manutenção aos operadores, faz com que estes se tornem autónomos na ótica da identificação das avarias e manutenção corretiva. Estes ficam capacitados de realizarem tarefas necessárias de forma independente. Este pilar é importante, pois se não houver compreensão e captação dos conhecimentos transmitidos, o pilar da manutenção autónoma fracassa.

➤ **Saúde, segurança e meio ambiente**

Este pilar pretende eliminar os problemas de segurança, possivelmente existentes nos locais de trabalho, criando condições para que estes se tornem seguros na sua utilização e sobretudo não prejudiquem o meio ambiente e as áreas envolventes. Aqui o principal objetivo é assegurar a integridade do operador, através de estratégias de prevenção de segurança e higiene, de modo a alcançar zeros acidentes, zero doenças, zero incêndios e a diminuição de resíduos.

➤ **TPM administrativo**

Agora num ambiente administrativo, este pilar tem como objetivo melhorar a produtividade e eficiência nos ambientes organizacionais. Ou seja, passa pela criação de melhorias nessas funções, de forma a tornarem-se mais organizadas e com isso trabalharem mais eficientemente.

De igual forma à aplicação do TPM no chão de fábrica, este pilar abrange ainda as áreas da logística, planeamento, recursos humanos e outras áreas administrativas como engenharia e produção.

➤ **Desenvolvimento da gestão**

Este último pilar refere-se à utilização do conhecimento obtido e presenciado em casos de melhoria anteriores. Agora adaptando-os a novos equipamentos, assim que estejam operacionais. Resumidamente, pretende alertar a gestão de topo para minimizar os possíveis problemas encontrados em novos equipamentos, através da utilização de informação obtida em exemplos passados. É o caso de modificações a nível de segurança e ou acesso efetuados nas máquinas. Quando são adquiridos novos equipamentos, a gestão de topo automaticamente solicita ao fabricante a adaptação dessas condições ainda na fase de encomenda do mesmo (Khamba e Ahuja, 2008).

2.2.6 A metodologia 5S como base do TPM

A metodologia 5S surgiu no Japão na década de 1950, após a segunda grande guerra, inspirada pela necessidade que existia de colocar ordem na confusão a que ficou reduzido o país após a sua derrota perante as forças aliadas. A ferramenta 5S demonstrou ser eficaz enquanto reorganizadora das empresas, contribuindo indiretamente para a recuperação da indústria e economia Japonesa.

O nome desta metodologia advém de cinco palavras japonesas iniciadas com a letra S: Seiri, Seiton, Seiton, Seiketsu e Shitsuke. Na Língua Portuguesa, fazendo a tradução para uma única palavra, torna-se uma tarefa bastante difícil, porque o idioma Japonês expressa-se através de ideias e conceitos generalizados. Muitos autores sugeriram diversas palavras para representar cada S. No entanto, alcançou-se um denominador comum, sendo essas palavras e as suas versões para a Língua Portuguesa, apresentadas de seguida:

- **Seiri (Utilização/Descarte):** O sentido literal de “Seiri” é separar por grau, tipo ou tamanho. Na ótica dos 5S significa identificar os itens e materiais necessários e desnecessários de cada posto de trabalho, isto é, manter no local de trabalho apenas o que o colaborador realmente usa e precisa.
Saber utilizar é, antes de mais nada, saber arrumar, separando o que presta do que não presta. É o ponto inicial do 5S: ter o senso, a percepção de saber o que é essencial estar presente no posto de trabalho. Isto aplica-se a todos os aspetos do ambiente de trabalho, desde mesas, gavetas, armários, etc. Não se deve pensar que “deitar fora” seja um desperdício, pois descartar algo é enviar para uma área “de descarte”, podendo ser utilizado em outras coisas, ser doado ou efetivamente ser enviado para o lixo.
- **Seiton (Ordenação):** O termo “Seiton” significa a arte de cada coisa no seu lugar, para pronto uso. O sentido literal de Seiton é a combinação de arranjo de partes, elementos, peças segundo algum princípio ou método.
Na ótica dos 5S significa determinar o local para se encontrar com facilidade algum documento, material ou equipamento necessário. Ordenar é a consequência natural de arrumar aquilo que se utiliza. O primeiro passo é definir um lugar para as coisas, seguidamente é guardar as mesmas e por último é obedecer às regras. Cada coisa tem que ter o seu nome e sobretudo um lugar próprio. Nesse sentido, deve-se usar identificações em tudo o que constitui a área de trabalho. Desde pastas, documentos, armários, ferramentas e materiais de utilização.

- **Seiso (Limpeza):** O termo “Seiso” significa a inspeção, zelar, a arte de tirar o pó. O sentido literal de Seiso é retirar sujidades, utilizando utensílios como por exemplo a vassoura ou esfregona, de modo a assegurar o local livre de pó e sujidade.
Na ótica dos 5S significa deixar tudo limpo, com a preocupação de não o fazer apenas por obrigação, mas sim como intuição. A melhor interpretação para este senso passa por fazer todas essas atividades não só na vertente de limpeza (o ato de varrer), mas também em outras situações, como por exemplo na utilização de um determinado instrumento, máquina, ferramenta ou veículo. Deve-se deixar os equipamentos em melhores condições daquelas que foram encontradas inicialmente.
Além disso, limpar é não forçar (o equipamento ou a máquina), não desperdiçar (não colocar matéria-prima além da necessária) e não variar (controlar com rigor os pontos de controlo, visando a qualidade do produto).
- **Seiketsu (Asseio/Saúde):** O termo “Seiketsu” significa padrões, ambiente, higiene, conservação, asseio. É a arte de manter em estado de limpeza.
O sentido literal de Seiketsu é “manter as condições de trabalho, físicas e mentais, favoráveis para a saúde”. Na ótica dos 5S significa verificar se o pensamento e o espírito da metodologia está a ser implementada. Em termos práticos passa por verificar, por exemplo, o estado do local de trabalho, instalações, refeitórios, oficinas, áreas operacionais, entre outros.
Este senso não se dedica unicamente aos termos materiais, também procura a questão da higiene mental. Ou seja, é necessário a existência de um bom ambiente de trabalho, com conforto, segurança e com relações saudáveis entre todos os setores da empresa, de modo a que o 5S seja plenamente desenvolvido.
- **Shitsuke (Autodisciplina):** O termo “Shitsuke” significa educação e harmonia. A arte de fazer as coisas certas, naturalmente, com força de vontade, na busca da melhoria contínua.
Assim, de modo a responder a este senso, terá de existir compromisso com as normas e padrões éticos, morais, técnicos e com a melhoria contínua ao nível pessoal e organizacional.
A disciplina é a base de uma civilização e o mínimo para que a sociedade funcione em harmonia. Assim, é determinante para o caminho da melhoria do carácter dos funcionários.

A metodologia 5S foi desenvolvida com o objetivo de transformar o ambiente das organizações e a atitude das pessoas, melhorando a qualidade de vida dos colaboradores, diminuindo desperdícios, reduzindo custos e aumentando a produtividade das indústrias. Além disso, Khamba e Ahuja (2008) afirmam que a metodologia 5S é transversal a todos os pilares do TPM.

O principal objetivo é melhorar a qualidade de vida das pessoas, construir um ambiente saudável e acolhedor para todos. Este objetivo só será alcançado se todos os intervenientes viverem alguns valores básicos como o respeito interpessoal, o trabalho em equipa, qualidade e excelência no trabalho.

Atualmente, as empresas avaliam a sua postura em relação ao consumidor, isto é, aos seus clientes, sejam eles internos ou externos. Desta forma, os requisitos do *Total Quality System* (qualidade intrínseca, custo, entrega, segurança e moral) são fatores críticos para a sobrevivência e competitividade das empresas. Um meio para cumprir com esses requisitos pode ser, numa fase inicial, a aposta na metodologia 5S.

Alguns benefícios do 5S no meio industrial:

1. Sentimento de posse do local de trabalho pelo operador;
2. Contribui para que todos se sintam melhor nos seus postos de trabalho (eleva a moral);
3. Facilita e melhora a manutenção;
4. Melhora a produtividade;
5. Aumenta a segurança e as condições de higiene e saúde;
6. Permite obter mais espaço nos locais de trabalho;
7. Possibilita que a empresa esteja sempre pronta para as visitas de clientes e outros visitantes, ajudando a promover o negócio.

2.2.7 Principais barreiras na implementação do TPM

Consolidando o que foi enunciado no capítulo anterior, o TPM é uma abordagem inovadora para a manutenção, que como potencial otimizar a eficiência dos equipamentos produtivos, eliminando de uma forma preventiva as avarias e promovendo a manutenção autónoma nos operadores, através de atividades do dia-a-dia, envolvendo a força de trabalho total.

O TPM exige uma mudança significativa da cultura de trabalho e reestruturação radical na organização. Nesse sentido nem todas as empresas o conseguem. Poduval, Pramod e Jagathy (2013) afirmam que a ferramenta não é simples de implementar, na verdade é um conceito muito complexo. Embora fácil no papel, é difícil de se aplicar. Tal facto deve-se principalmente à relutância da organização em compreender e pôr em prática os conceitos TPM, à incapacidade de perceber os benefícios obtidos pela sua implementação e ainda a outras barreiras como políticas, financeiras, departamentais ou interprofissionais.

É possível encontrar inúmeras barreiras em casos reais durante a sua implementação. Torna-se pertinente avaliar a natureza e o impacto dessas barreiras, para que as administrações das organizações possam aplicar estratégias capazes de as ultrapassar.

O presente subcapítulo tem como objetivo destacar as dificuldades enfrentadas pelas organizações na implementação do TPM, categorizando-as em vários grupos conforme o tipo e natureza das barreiras. Desta forma, Attri et al. (2014) categorizou as barreiras em cinco categorias distintas, como apresentado na Figura 5.

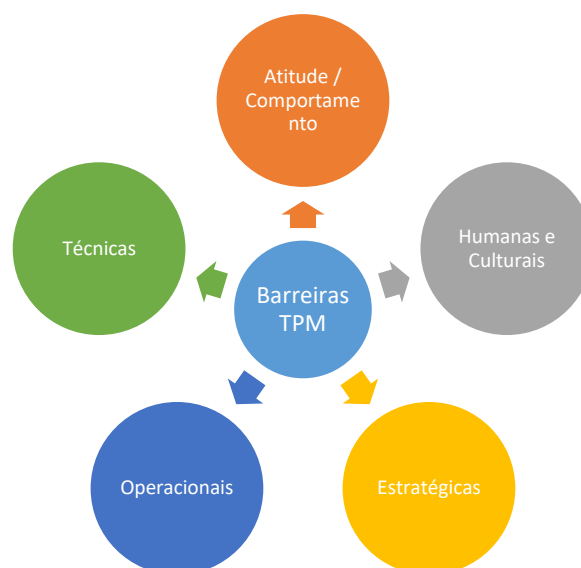


Figura 5-Barreiras na implementação do TPM nas indústrias (Fonte: Attri et al., 2014)

1. A Barreira da atitude ou comportamento

A natureza deste tipo de barreira, está diretamente relacionada com o fator humano, ou seja, os colaboradores que trabalham na organização. É precisamente o comportamento dessas pessoas, no que diz respeito ao seu envolvimento, contributo e empenho, que irá influenciar positivamente ou negativamente a implementação do TPM na organização.

Contudo, não só o comportamento dos operadores é importante, também a alta gestão tem de cooperar, prestando apoio central e compreensão para com o trabalho necessário a realizar na implementação. A questão do envolvimento da alta gestão é mesmo imperativa, pois além de ter a responsabilidade de ultrapassar a resistência à mudança por parte dos operadores (relutância do indivíduo na alteração das suas funções), tem de evitar a incapacidade de ajuste das regras organizacionais e culturais e garantir a cooperação e coordenação entre os diversos departamentos. Este último aspeto, a cooperação e coordenação entre departamentos é, segundo Attri et al. (2014) é um dos obstáculos mais importantes na implementação bem-sucedida nas organizações em geral.

Depois de uma breve introdução sobre a natureza desta barreira, seguidamente Poduval et al. (2013) apresenta alguns exemplos de barreiras de atitude ou comportamento, usualmente presentes nas organizações industriais atuais.

- **A falta de compromisso pela administração:** como referido anteriormente, a implementação do TPM só pode ser eficaz se e só se a gestão de topo estiver comprometida e envolvida. Ela impulsiona o TPM e sobretudo encarrega-se de clarificar e transmitir os benefícios da ferramenta aos níveis organizacionais mais baixos. O compromisso da gestão para com a implementação do TPM vem ainda na forma de tempo do operador (formação) e investimento monetário a curto prazo, por forma a trazer ao equipamento a sua condição inicial.
- **A falta de vontade de comprometer recursos:** a implementação requer algum investimento. Investir em recursos humanos, materiais ou tempo. Muitas organizações consideram o TPM como uma despesa desnecessária nos seus recursos, desistindo assim, de uma forma prematura, da oportunidade de a implementar. Além disso, muitas

tentam arranjar maneiras e formas de não atribuir orçamentos para a sua implementação.

Essas empresas não conseguem perceber o verdadeiro potencial do TPM na melhoria produtiva e respetivo contributo no aumento dos lucros.

- **Resistência pelos operadores:** este aspeto está ligado à cultura presente na força de trabalho. Quando uma organização tem na sua essência hierarquias extremamente verticais, os colaboradores menos instruídos entendem que estão a trabalhar para os departamentos ao invés de trabalharem para o todo da organização. A sua visão estreita impede o seu próprio crescimento pessoal, pois não entendem os benefícios que a aplicação do TPM traz para o seu próprio trabalho. Assim a gestão de topo tem de alinhar os seus colaboradores no que diz respeito à visão e objetivos definidos.
- **Resistência da organização à mudança:** esta barreira está diretamente relacionada com a falta de compromisso da administração. A organização só muda se e só se a administração estiver disposta a isso. Algumas organizações que definirem um caminho particular, acreditam que é arriscado alterar o curso e portanto têm dificuldade na implementação do TPM. A administração deve ter a capacidade de mudar de acordo com o ambiente presente, sendo flexível o suficiente para apostar em inovação sem comprometer as suas operações.

2. A Barreira Estratégica

Segundo Attri et al. (2014), este tipo de barreiras são referentes às decisões estratégicas adotadas, assim que a administração decide avançar com o projeto TPM. Este planeamento estratégico da implementação é imperativo, uma vez que fornece um enquadramento pró-ativo na avaliação contínua do desempenho, na análise de possíveis casos de falha, os seus riscos associados e estratégias capazes de lidar com esses riscos na tomada de decisão. Deve ser um planeamento de longo prazo (geralmente de três a cinco anos), que permita assegurar tempo suficiente para a evolução, pois só desta forma é possível garantir vantagem competitiva no programa de implementação.

Por vezes a opacidade dos objetivos e a política da organização para com os programas de implementação TPM resultam no seu fracasso, pois a ambiguidade existente gera incerteza e desconfiança perante os colaboradores, conduzindo ao fracasso daquilo que foi anteriormente proposto. Vejamos então, segundo Poduval et al. (2013), alguns exemplos de barreiras estratégicas.

- **A falta de um mecanismo adequado de recompensas:** ao contrário das atividades normais desenvolvidas na organização, o trabalho necessário para a implementação do TPM é mais especializado, é um trabalho que exige competências específicas. Desta forma torna-se necessário os operadores adaptarem os seus conhecimentos, investindo tempo e dedicação na assimilação de novos procedimentos e conceitos. Uma forma adequada da organização estimular esse interesse e força de vontade nos operadores em aprender, é através de programas de recompensas. Desta forma, os programas de recompensas permitem criar sentimentos de inclusão aos trabalhadores, fazendo com que a sua opinião seja divulgada e reconhecida em toda organização, estimulando ainda a iniciativa à mudança e satisfação no local de trabalho.
- **A não elaboração de um estudo piloto:** antes da implementação em toda a organização, primeiro deve ser feito um estudo piloto numa área específica da fábrica. Este procedimento é essencial, pois será nesta fase que se encontrarão as dificuldades e soluções para os possíveis problemas encontrados. Questões referentes à

produtividade são nesta altura estudados ao pormenor, e dadas como exemplo para casos futuros de implementação. Assim, o estudo piloto torna-se quase como obrigatório e as organizações que não o executem encontrarão certamente problemas futuros na altura da implementação nas restantes áreas.

- **Incapacidade de efetuar mudanças na gestão da manutenção dos equipamentos produtivos:** em algumas organizações, muitas vezes o tempo necessário para a manutenção dos equipamentos não é de todo respeitado. Isto leva a que o departamento da manutenção tenha de realizar reparações mínimas necessárias para reiniciar logo que possível o funcionamento do equipamento, de modo a satisfazer a produção. Este procedimento é todo ele errado, pois se o equipamento requer a mudança de projeto ou reparação prolongada, o departamento da manutenção deve interromper a sua produção, de forma a receber as atividades de manutenção ou alterações necessárias para que no futuro não volte a avariar, conferindo assim uma postura preventiva.

3. A Barreira Operacional

Attri et al. (2014) indica outro tipo de barreira, a barreira operacional. Esta está relacionada com a falta de procedimentos operacionais na organização, particularmente no departamento da manutenção. Pode resultar da falta de programas de manutenção preventiva e preditiva, falta de formação para uso de determinadas ferramentas ou equipamentos, ausência de metodologias base como o TQM ou 5S e, sobretudo, o não acompanhamento da evolução positiva das ações TPM. Assim, torna-se pertinente antes de aplicar o TPM, implementar em primeiro lugar as metodologias que lhe são base e promover a correta manutenção na organização. Algumas barreiras a nível operacional apontadas por Poduval et al. (2013) são.

- **Atitude em relação aos processos e produção industrial:** esta barreira enquadra-se na cultura e método de trabalho adotados pela organização. No caso de esta tolerar avarias frequentes (não procedendo à sua análise), possuir processos ineficientes e não usufruir de sistemas de gestão da qualidade que possam verificar a qualidade dos seus produtos e garantir a respetiva comunicação com o cliente. Todos estes problemas são um forte entrave quando chega a hora da implementação do TPM, demonstrando que a organização não tem bases firmes para receber a ferramenta.
- **Manutenção guiada pela reparação:** como referido anteriormente, muitas organizações apenas se focam na manutenção corretiva, colocando de lado os outros dois tipos de manutenção, pela razão de serem dispendiosos ou preencherem muito tempo nas suas operações. O foco deve ser dado à manutenção centrada na fiabilidade, mais conhecida como “*Reliable Centered Maintenance*” (RCM). Este tipo de manutenção preventiva, concentra-se em assegurar a máxima fiabilidade nos equipamentos produtivos, através de atividades específicas de manutenção, deixando de lado a questão do tempo de reparação.
- **A falta de procedimentos operacionais padrão:** geralmente os procedimentos operacionais padrão são documentos *standard* existentes na unidade industrial, onde constam informações importantes relativas aos métodos de trabalho para cada posto de trabalho, contendo ainda instruções específicas das atividades a realizar, ações de controlo de qualidade, garantia de qualidade, entre outros. No caso de ser um grupo de empresas, estes procedimentos devem ser semelhantes em todas as unidades

industriais, de modo a que, na hipótese de os colaboradores terem de permutar entre unidades industriais não sejam sujeitos a formações complementares para aprenderem a executar as tarefas.

- **Armazenagem de grandes inventários:** muitas organizações, seja por falta de conhecimento ou por falta de meios, sobredimensionam os seus inventários no que diz respeito a recursos e matérias-primas, com o objetivo de assegurar que os seus processos não são afetados ou interrompidos. Esta estratégia conduz a grandes custos de armazenagem e a um grande investimento de inventário, afetando negativamente os lucros das organizações. É importante que as organizações antes de adotarem ferramentas como o TPM, se preocupem com as metodologias base, como é o caso do JIT que possibilita ter as quantidades de matéria-prima certas, no tempo certo, para o processo certo e a expedição de produto final para o cliente no tempo certo.
- **Ferramentas e Instrumentação:** quando as organizações não investem (por falta de conhecimento ou carência de bons fornecedores) em ferramentas, instrumentos de medição ou calibração mais recentes, de acordo com o estado da arte presente na indústria atual, leva a que estas caiam na obsolescência e se mantenham isoladas da realidade industrial. As organizações ao investirem em tecnologia, conseguem identificar mais rapidamente os problemas resultantes dos seus processos de fabrico, eliminando-os o mais rápido possível. No ponto de vista da eficiência, ajudará consideravelmente na redução dos tempos médios de reparação dos equipamentos, bem como na troca de ferramentas (*Set-up*).

4. A Barreira Técnica

Outra dificuldade inerente à implementação do TPM é a barreira técnica. Conforme descrito por Attri et al. (2014), esta barreira é alusiva à falta de conhecimento do conceito e princípios do TPM, e também sobre procedimentos técnicos no meio industrial.

A falta de conhecimentos sobre a metodologia TPM, resulta numa má perceção sobre aquilo que é a sua essência e objetivos. Sendo esta uma das barreiras mais comuns presentes nas organizações, é essencial assegurar o treino e formação, como meios de ultrapassar este obstáculo.

Além disso, a ausência de sistemas de gestão de manutenção agrava ainda mais a sua implementação, este ponto é mais comum em países subdesenvolvidos, onde o custo das tecnologias ainda é bastante elevado. Outra questão é a falta de conhecimento técnico por parte da mão-de-obra menos instruída, ponto este que deve ser resolvido com a formação contínua descrita anteriormente.

Seguidamente Poduval et al. (2013) expõe em detalhe alguns exemplos de barreiras técnicas.

- **Despesas com pessoal:** de forma a reduzir os seus custos, as organizações optam por mão-de-obra mínima. Os recrutamentos são ajustados de acordo com os requisitos da procura. Algumas organizações não consideram a implementação do TPM um requisito fundamental para a alocação de mão-de-obra nova, sobrecarregando por isso as equipas já existentes, não apostando por isso em pessoal novo, que poderia trazer para a organização uma visão nova e atualizada.
- **Falta de conhecimento do TPM:** a falta de conhecimento sobre a metodologia leva a que muitas organizações não sejam capazes de a implementar com sucesso. Uma

estratégia relativamente fácil de ultrapassar este problema, é através do envio de membros da direção para outras indústrias onde o TPM já tenha sido aplicado com sucesso, para que possam aprender facilmente, aspetos práticos e técnicas da implementação. Também a falta de sistemas de apoio à aprendizagem são uma dificuldade. Para contornar este problema as organizações têm por hábito contratar consultoras que asseguram esse trabalho. No geral o sucesso da organização em atingir os benefícios do TPM depende bastante das competências da força de trabalho.

- **Necessidade de formação:** é preciso desenvolver planos de formação para transmitir conhecimentos sólidos de TPM aos colaboradores. A organização tem de identificar aquilo que quer transmitir e, desta forma, escolher conhecimentos específicos, competências e técnicas de gestão que deseja que os seus colaboradores adquiram. Naturalmente, antes de tudo isso, é necessário que esta esteja disposta a prestar formação, educação e desenvolvimento dos seus colaboradores na implementação de metodologias novas. Muitas organizações não apostam neste ponto porque têm receio das despesas inerentes que a formação lhes traz, esquecendo-se do potencial retorno que lhes pode vir a trazer.
- **Processo de gestão da manutenção:** os colaboradores devem estar confortáveis com a tecnologia, pois os processos de gestão da manutenção devem ser informatizados. As organizações devem desenvolver programas de manutenção preventiva, preditiva e corretiva, para atingir a meta da manutenção produtiva total. Assim torna-se importante ter todos os dados informatizados. Para assegurar que as pessoas têm capacidade e conhecimentos para interagir com esses sistemas informáticos, é mais uma vez necessária a formação contínua.
- **Problemas na modificação do projeto do equipamento produtivo:** por vezes as organizações têm alguma reserva no que toca à mudança de características ou especificações do equipamento original (OEM), tendo em mente que o fabricante é “sagrado”. Este ponto nem sempre é verdade, pois quando os processos produtivos necessitam de ser modificados, por vezes também o equipamento produtivo tem de sofrer alterações, de modo adequar-se à realidade e necessidades da organização, sempre numa dinâmica de melhoria contínua.

5. A Barreira Humana e Cultural

Por último, a barreira humana e cultural, que de acordo com Attri et al. (2014) está relacionada com os valores, cultura e comportamentos presentes na organização que afetam diretamente o funcionamento dos recursos humanos. Para a correta aplicação do TPM, a organização deve conhecer bem o ambiente de trabalho existente e perceção dos seus recursos humanos (colaboradores) à receptividade de novas metodologias. A falta de motivação é um dos grandes obstáculos, pois compromete diretamente a cooperação e coordenação dos colaboradores e do trabalho a realizar. A organização deve orientar a sua cultura de modo a que todos tenham interesse e iniciativa para com as iniciativas TPM, pois só com a participação de todos a metodologia ganha sucesso. Poduval et al. (2013) enumerou algumas barreiras específicas referentes à componente cultural e humana, que podem ser percebidas com mais detalhe:

- **Cultura de trabalho:** existem organizações cujos seus valores e cultura são os de “manter a distância”. Ou seja, existem fronteiras organizacionais entre a administração e os membros operacionais. Esta fronteira compromete o fluxo de comunicação e promove indiferença entre os colaboradores.

É então conveniente que todos os funcionários estejam envolvidos em todo o processo de implementação, sobretudo na tomada de decisão. No mínimo que lhes seja possibilitada a liberdade de expressão no que diz respeito à sua opinião pessoal. Um exemplo, é o departamento da manutenção não confiar nos operadores para a realização da manutenção autónoma dos equipamentos.

- **Não envolvimento dos sindicatos:** a maioria das empresas têm presente no seu funcionamento sindicatos que protegem e defendem os direitos dos colaboradores. Para que não haja entraves na implementação do TPM, a organização deve dialogar com essas entidades, para conquistar a sua confiança e a convencer dos benefícios da aplicação da ferramenta. Pois sem a participação dos colaboradores de classes laborais mais baixas o TPM não terá sucesso.
- **Constituição inadequada das equipas:** a elaboração das equipas é uma das fases integrantes no processo de implementação do TPM. A escolha dos membros deve ser levada muito a sério, pois deve envolver todos os departamentos da organização, desde o de engenharia até ao de operações ou logística. Quando a equipa é formada apenas por membros de gestão, engenharia ou manutenção, ou pessoas apenas de um departamento, não acrescenta qualquer valor. A constituição das equipas deve ser composta por pessoal de secções transversais da organização, que abranjam todos os níveis e departamentos.

2.2.8 O impacto do TPM na competitividade organizacional

Hoje em dia a competitividade nos mercados aumenta de forma exponencial, desta forma é necessário utilizar sabiamente as metodologias de trabalho mais corretas e as estratégias mais eficazes. A implementação do TPM, quando corretamente aplicada, conduz a inúmeros benefícios, contribuindo largamente para a competitividade da organização no mercado a que esta pertence.

O seu impacto vai muito além da melhoria do desempenho produtivo da organização, permite transformar radicalmente a cultura de trabalho existente, promovendo a melhoria contínua, a entreejuda entre todos os departamentos, estimulando a aprendizagem dos seus colaboradores nas várias áreas funcionais, inculcando ainda técnicas para a resolução de problemas.

O presente subcapítulo tem como objetivo apresentar, de acordo com alguns autores, os impactos da aplicação do TPM, e demonstrar de que maneira os benefícios obtidos contribuem para a geração de vantagem competitiva nas organizações.

➤ Impacto na eficiência produtiva

Na última fase de implementação do TPM, é importante adotar um método que possibilite quantificar e monitorizar os ganhos e impactos conseguidos com a aplicação da metodologia. O TPM procura obter a maximização do rendimento global dos equipamentos. Nesse sentido, e segundo diversos autores, o melhor indicador para assegurar essa medição é a eficiência geral do equipamento, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Tem como finalidade avaliar a capacidade de produção dos equipamentos num dado período de tempo (Nakajima, 1988).

Assim, a fórmula da equação (1), resulta no produto de três fatores:

$$OEE = DOP \times ID \times TQU (\%) \quad (1)$$

Onde,

DOP – Disponibilidade Operacional:

$$DOP = \frac{\text{Tempo Total Produção} - \text{Paragens (Planeadas + Não Planeadas)}}{\text{Tempo Total Produção} - \text{Paragens Planeadas}} \times 100 (\%)$$

ID – Indicador de Desempenho:

$$ID = \frac{\text{Tempo Ciclo Teórico} \times \text{Total Peças Produzidas}}{\text{Tempo Total Produção} - \text{Paragens (Planeadas + Não Planeadas)}} \times 100 (\%)$$

TQU – Taxa de Qualidade:

$$TQU = \frac{\text{Total Peças Produzidas} - (\text{Peças Defeituosas} + \text{Peças Retrabalhadas})}{\text{Total Peças Produzidas}} \times 100(\%)$$

Disponibilidade Operacional: É a percentagem de tempo que o equipamento se encontra disponível para produzir. Ou seja, representa a diferença de tempo existente entre o tempo que o equipamento trabalha e o tempo que este estava planeado trabalhar. Num determinado período de tempo, o equipamento está sujeito a avarias, mudanças de produto, afinações, que influenciam no tempo de perda de não operação do equipamento.

Indicador de Desempenho: Mede a capacidade do equipamento em produzir à velocidade/cadência programada. Por outras palavras exprime, em percentagem, a relação entre o tempo de ciclo real do equipamento e o tempo de ciclo teórico imposto a este equipamento produtivo. Com este indicador podemos saber o comportamento produtivo do equipamento.

Taxa de Qualidade: Quantifica a capacidade do equipamento de produzir o produto sem defeitos. Este indicador determina a relação entre a quantidade de produtos aprovados e a quantidade de produtos produzidos, tendo em conta as peças defeituosas e retrabalhadas.

Relativamente ao impacto do TPM no OEE, Cabral (2006) explica que o TPM busca a maximização da eficiência dos equipamentos. Engloba a participação de todos os elementos, desde a alta direção até ao nível mais operacional. Além disso, tem como principal objetivo a eliminação das avarias, defeitos e outras formas de desperdícios, com o propósito de maximizar a eficiência global dos equipamentos, através do envolvimento de todos.

Park e Han (2001) referem que, ao implementar o TPM, resulta numa melhoria instantânea do OEE. Pois melhora a capacidade que permite diminuir os *lead times* existentes e reduzir o custo por unidade, já que, para a mesma capacidade, se produz com menores custos. Essa melhoria cria capacidades na organização que conferem vantagem competitiva em vários aspetos: custo, qualidade, entrega do produto e flexibilidade.

O aumento da disponibilidade dos equipamentos conduz a um aumento do OEE. Resultando no aumento da eficiência e desempenho dos equipamentos produtivos, melhorando ainda a taxa de qualidade dos produtos. Além disso, melhora as capacidades da organização, na medida em que a alta disponibilidade dos equipamentos faz reduzir o *stock* de segurança necessário para suportar eventuais paragens de produção não planeadas, aumentando, assim, a sua capacidade efetiva.

As trocas rápidas de ferramenta, juntamente com o aumento da capacidade e redução dos *stocks* de segurança levam a uma redução nos prazos de entrega. Assim, o *lead time* é minimizado e os trabalhos não permanecem tanto tempo em espera.

➤ **Impacto na força de trabalho**

Os processos de aprendizagem envolvidos na criação e implementação do programa TPM também fornecem benefícios para quem os pratica. As organizações que se preocupam com a aprendizagem, conseguem alcançar a motivação dos seus colaboradores para gerar melhorias, através de um sentimento crítico, que permite proporcionar soluções de diferentes visões e pensamentos.

Eti et al. (2005) afirmam que a maneira mais eficaz de sustentar a melhoria contínua para a resolução dos problemas é através da aplicação de uma abordagem "*bottom-up*", pois é a força de trabalho a primeira a reconhecer a necessidade de conceber ou introduzir melhorias no meio industrial.

Segundo Mckone, Schroeder e Cua (1999), o TPM transforma a estrutura organizativa de modo a quebrar as barreiras tradicionais entre a manutenção e a produção, promovendo a melhoria contínua, focando nas múltiplas perspetivas da operação do equipamento e sua manutenção. Aumenta as aptidões técnicas dos colaboradores da produção, incluindo tarefas de manutenção diárias e promovendo a partilha de informação entre diferentes áreas funcionais. A metodologia deve desenvolver a capacidade da organização para identificar e resolver problemas produtivos, para que, posteriormente, melhore o seu desempenho.

Park e Han (2001) referem nos seus estudos que os benefícios de longo prazo do TPM são o resultado de um investimento considerável no desenvolvimento e gestão de recursos humanos. À medida que o envolvimento dos colaboradores aumenta, as relações entre eles melhoram consideravelmente. Ao se familiarizarem com as ferramentas e técnicas utilizadas no processo de resolução de problemas, torna-se mais fácil a tomada de decisões adequadas.

➤ **Impacto na Manutenção da organização**

O TPM reduz significativamente os custos operacionais e de manutenção, concentrando-se nas principais causas de falha. Através da criação de um sentimento de posse pelos operadores e membros da manutenção, incentiva o desenvolvimento de uma atitude preventiva no que diz respeito ao correto funcionamento dos equipamentos produtivos.

Alcançar a implementação de uma manutenção preventiva, em qualquer organização, requer uma transformação cultural. Para isso, os requisitos necessários são o compromisso das pessoas em causa e a presença de um ambiente cultural de apoio e liderança. Só assim se alcança uma manutenção de alta qualidade numa organização (Eti et al., 2005).

Park e Han (2001) mencionam que, com a aplicação do TPM, as despesas de manutenção são planeadas e controladas, a força de trabalho da manutenção pode sofrer uma redução, pois ao transferir todas as atividades de primeiro nível para a produção, os membros da manutenção que anteriormente estavam responsáveis por esse trabalho, agora já não o estão. Junto com esta redução na mão-de-obra indireta, está a diminuição da sobrecarga de trabalhos de manutenção em torno da produção, e outros problemas logísticos.

Mckone et al. (1999) acrescenta que o TPM assegura a fiabilidade dos equipamentos, reduzindo o número de perturbações na produção, aumentando a capacidade da organização para a

prestação de manutenção aos seus equipamentos. Park e Han (2001) afirmam que esse aumento de fiabilidade ocorre sem que se aumentem os custos, pelo facto de existir grande envolvimento entre todos os membros da organização no processo de manutenção. Essa maior fiabilidade nos equipamentos ajuda a criar capacidades internas que proporcionam à organização uma vantagem competitiva. Muitas organizações procuram estratégias de produção inovadoras, ignorando as estratégias de manutenção, sendo estas determinantes para a obtenção de vantagem competitiva, pois permitem aumentar simultaneamente a fiabilidade do equipamento produtivo e correspondente diminuição dos seus custos de manutenção.

➤ **Impacto nas atividades operacionais da organização**

Na sua essência, o TPM busca a reformulação da organização, a fim de libertar o seu próprio potencial e talento para a obtenção de melhorias. O TPM preocupa-se com a reformulação fundamental dos processos operacionais, a fim de colher os benefícios das reduções de custos, da melhoria da qualidade do serviço ou produto final e aumento do desempenho produtivo.

O TPM além de ter o seu contributo no controlo dos custos, pode ainda abranger outras dimensões, como aumento da qualidade, rapidez na entrega do produto (diminuição de *lead times*) e pode contribuir para a força da organização.

Além disso, Eti et al. (2005) faz referência, relativamente à sua implementação, a um resultado positivo, exprimido pelos baixos custos obtidos (medido através da alta rotação de inventário), altos níveis de qualidade (medidos pelos níveis elevados de peças conformes com as especificações do cliente) e um forte desempenho na entrega ao cliente (medido pela maior percentagem de entregas realizadas no prazo certo e entrega mais rápida).

Park e Han (2001) referenciam a redução de inventário de segurança na redução direta de custos de *stock*, bem como aumento da capacidade efetiva, permitindo uma maior produtividade e diminuição no custo por unidade. Por outro lado, o aumento da taxa de qualidade significa que há menos rejeições e retrabalho, o que influencia diretamente a qualidade, conduzindo à satisfação do cliente.

➤ **O TPM e outras metodologias**

O tempo de inatividade sempre afetou negativamente a capacidade produtiva, pois aumenta os custos operacionais, piorando a satisfação do cliente (Eti et al., 2005). A questão do tempo de inatividade tem vindo a tornar-se mais visível nas organizações em geral, no sentido de terem a necessidade de aplicar ferramentas como o JIT, promover ferramentas *Lean* e implementar sistemas de gestão de qualidade total (TQM) nos seus processos industriais. Mckone et al. (1999) afirmam que o uso do TPM para melhorar o desempenho do equipamento e aumentar as capacidades dos colaboradores pode ser visto como um fator adicional no apoio ao TQM e, conseqüentemente, na explicação da vantagem competitiva. Portanto, acredita-se que o TPM melhora indiretamente o desempenho produtivo, apoiando os esforços do TQM. Eti et al. (2005) referem ainda que as organizações devem considerar também o foco na manutenção como auxiliar na obtenção de lucros, pois é uma área que nem todas as organizações dão a devida importância, e por isso, uma boa oportunidade para ganhar vantagem competitiva.

Já Mckone et al. (1999) indicam que, entre organizações, o nível de implementação do TPM está estreitamente ligado ao nível de implementação de outras metodologias de melhoria contínua. Organizações com níveis de implementação mais elevados das metodologias JIT, TQM e EI (*employee involvement*) também obtiveram níveis de implementação do TPM mais elevado.

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA TPM NA SIMOLDES PLÁSTICOS

3.1 Caracterização da empresa

Grupo Simoldes

O início da atividade deu-se a 30 de novembro de 1959, era inicialmente uma empresa de cariz familiar que mais tarde deu origem ao atual Grupo Simoldes. O fundador e ainda atual proprietário, o Sr. António Rodrigues fundou a Simoldes Aços (Figura 6), iniciando a sua produção com brinquedos e utensílios domésticos para o mercado nacional. Atualmente o principal mercado do grupo é a indústria automóvel, sendo considerado o maior construtor de moldes da Europa, contando com mais de 4000 colaboradores (Beira, 2007). O grande agregado empresarial é constituído por duas divisões distintas, a Divisão de Aços “*Tool Division*” e a Divisão de Plásticos “*Plastic Division*”.

Para responder às altas exigências da indústria automóvel, foram criadas inúmeras empresas da divisão de aços. Ao todo seis empresas localizadas em Portugal e uma no Brasil: Simoldes Aços, MDA, IMA, IGM, Mecamolde, Ulmolde e Simoldes Aços Brasil. Posteriormente, depois de um longo processo de expansão internacional, a divisão de aços aumentou a sua capacidade e conta agora com empresas em países europeus como Espanha, França, Polónia e República Checa (Simoldes TD, 2016).



Figura 6-Primeira empresa do grupo (Fonte: Simoldes,2016)

De forma a conseguir um acompanhamento mais próximo das suas vendas e dos seus clientes, vários escritórios foram construídos e distribuídos nos mais importantes mercados, em países como Alemanha, Argentina, França e Espanha. Esta política aumentou consideravelmente o número de clientes e consequentemente o volume de negócios.

Os principais clientes do grupo são: Renault, Volvo, Volkswagen, Audi, Nissan, Toyota, Honda, BMW, Mercedes-Benz, entre outras marcas (Simoldes TD, 2016).

Divisão de Plásticos: Simoldes Plásticos, S.A

A constituição da Divisão de Plásticos teve início em 1980 com a criação da Simoldes Plásticos (Figura 7), a principal empresa da divisão de plásticos da Simoldes, situada e sediada na zona industrial de Oliveira de Azeméis (Simoldes PDH, 2016).

A divisão de plásticos de Portugal é constituída por três fábricas: SP, Inplás e Plastaze. Engloba ao todo cerca de 2675 pessoas, sendo que a Simoldes Plásticos (SP) emprega aproximadamente 600 pessoas, operando 24 horas por dia em regime de três turnos, cinco dias por semana (Simoldes PD, 2016).

Ao longo dos anos a divisão de plásticos foi evoluindo e novas fábricas foram instaladas em Portugal e no estrangeiro, em países como França, Republica Checa, Polónia e Brasil. De forma a prestar um melhor acompanhamento aos seus clientes, também conta com diversos escritórios instalados em países como Alemanha, Espanha, França e Brasil (Simoldes PD, 2016).

A SP foca-se unicamente no ramo automóvel, enquanto outras empresas dedicam também parte da sua produção a outro tipo de indústrias, como por exemplo embalagens, equipamentos de segurança rodoviária (revestimentos de capacetes, cadeiras de bebé), grades de garrafas, *trolleys*, entre muitos outros produtos.

A empresa acompanha o desenvolvimento da indústria atual a nível tecnológico. Tem vindo a apostar em inúmeras certificações e normas europeias, entre as quais a ISO9001, QS9000, ISO/TS 16949 e ISO/TS 14000. De forma a responder às exigências dos seus clientes, a empresa ajusta-se adequadamente, ao ponto de adquirir e atualizar continuamente os seus métodos de fabrico, por forma a acolher continuamente novos projetos (Simoldes Apresentação, 2014).



Figura 7-Exterior da empresa Simoldes Plásticos (Fonte: Simoldes,2016)

Descrevendo as tecnologias presentes no meio industrial, a nível de injeção plástica, a empresa possui a maior parte das tecnologias presentes na atualidade, desde a injeção com gás, bi-injeção, injeção híbrida, injeção de baixa pressão, injeção sobre tecidos e outros materiais. Para além disso, tem a capacidade de executar vários tipos de acabamentos nas peças, como por exemplo soldadura, corte, montagem, revestimento e pintura.

O grupo dispõe de inúmeros gabinetes de desenvolvimento CAD/CAM, equipados com *software Catia V5*, que permite a modelação 3D de sólidos e superfícies. Desta forma, é assegurada uma grande flexibilidade, uma vez que a empresa possui todas as ferramentas necessárias para desenvolver e produzir qualquer tipo de peças plásticas estabelecidas pelos seus clientes (Simoldes PD, 2016).

A Simoldes Plásticos assume-se como sendo um fornecedor direto de várias OEM (Original Equipment Manufacturer). Foca-se sobretudo na produção de peças interiores, exteriores e acessórios para automóveis. Alguns exemplos de produtos fabricados pela empresa para o sector automóvel estão representadas na Figura 8.

Consideram-se alguns exemplos de peças para automóveis: componentes do Tablier, Painéis de Instrumentos, Acessórios para portas, Painéis de portas, Cavas de rodas, Para-choques, Manetes das Mudanças, entre outros.

Os principais mercados de exportação são Alemanha, França, Espanha, Inglaterra e Polónia. A SP é um dos poucos do setor que fornece os seus produtos diretamente às grandes construtoras automóveis mundiais, fornecendo para marcas como Porsche, Ford, Seat, Skoda, Honda, GM, PSA Peugeot Citroën, Renault, Volkswagen, Toyota, entre outras (Simoldes PD, 2016).

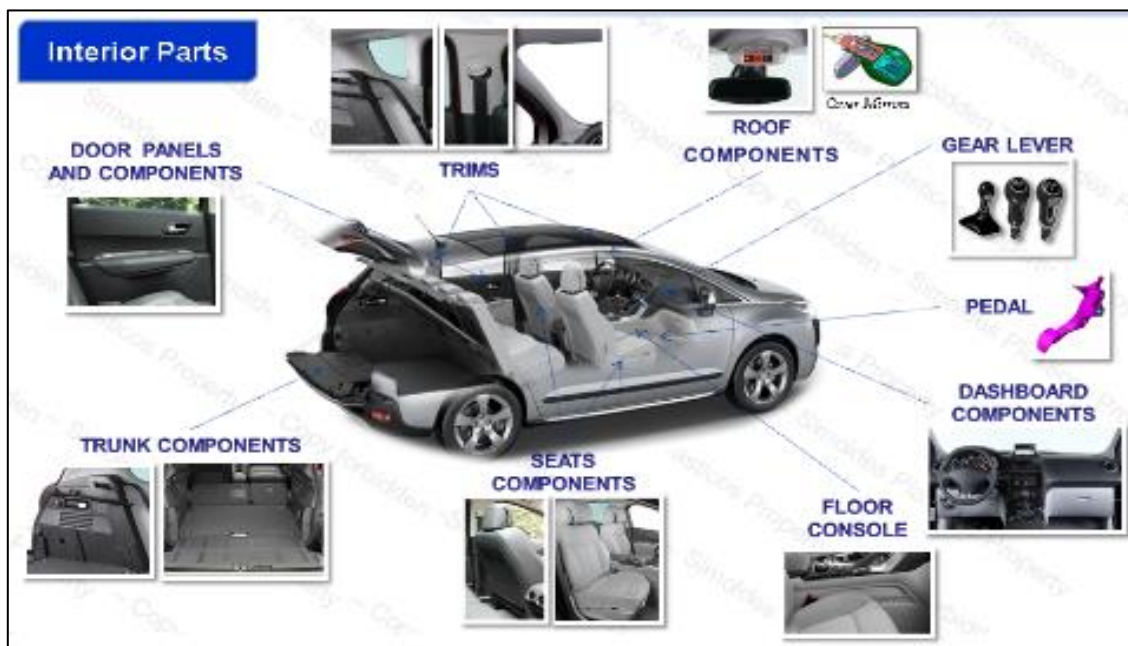


Figura 8-Tipos de peças produzidas na Simoldes Plásticos (Fonte: Simoldes, 2016)

Nos últimos anos a SP tem vindo a receber inúmeros prémios, muito por causa do seu esforço e dedicação, tem vindo a demonstrar um bom desempenho para com os seus clientes. Em 2012 recebeu o prémio *Certification Fournisseur Majeur* por parte da PSA Peugeot Citroën, no mesmo ano recebeu o prémio de *Supplier Quality Excellence Award* atribuído pela General Motors, em 2013 repetiu este último, e em 2015 foi eleito o melhor fornecedor Português pelo grupo Volkswagen (Simoldes PDH, 2016).

Através de uma abordagem de melhoria contínua e de trabalho em equipa, a Divisão de Plásticos apresenta como ingredientes chave para o sucesso, a qualidade dos seus produtos e a satisfação das necessidades e requisitos dos seus clientes e colaboradores.

Além da melhoria contínua, também o ciclo PDCA está presente em diversas equipas e ferramentas usadas na organização: equipa de produtividade; equipa de redução de PPM; equipa de melhoria contínua; planos de melhoria e outras ferramentas chave (Figura 9). Para que estas equipas de melhoria funcionem de uma forma eficiente, e os resultados alcançados sejam os desejados, é importante a participação e o envolvimento de todos os colaboradores. Assim, a SP tem como valores: o cumprimento com os seus compromissos e a confiança mútua entre colaboradores *“Deliver our commitments and Trust each other”*.

Na SP são usadas algumas ferramentas de melhoria contínua e qualidade, entre as quais se destacam o *Sistema Pull*, *Kanban*, TPM, 5S's, SMED, Gestão Visual, VSM, *Kaizen*, Semáforo, Gestão da Qualidade, todas se encontram implementadas na fábrica, o TPM desde março de 2011. Estas ferramentas assentes na melhoria contínua, têm sempre a necessidade de atualização de forma a acompanhar o desenvolvimento e necessidades da empresa, tornando-se importante por exemplo implementar em novas máquinas que sejam instaladas na fábrica,

novos postos de trabalho que sejam criados, e atualizar e melhorar os métodos de trabalho já existentes (Simoldes Apresentação, 2014).

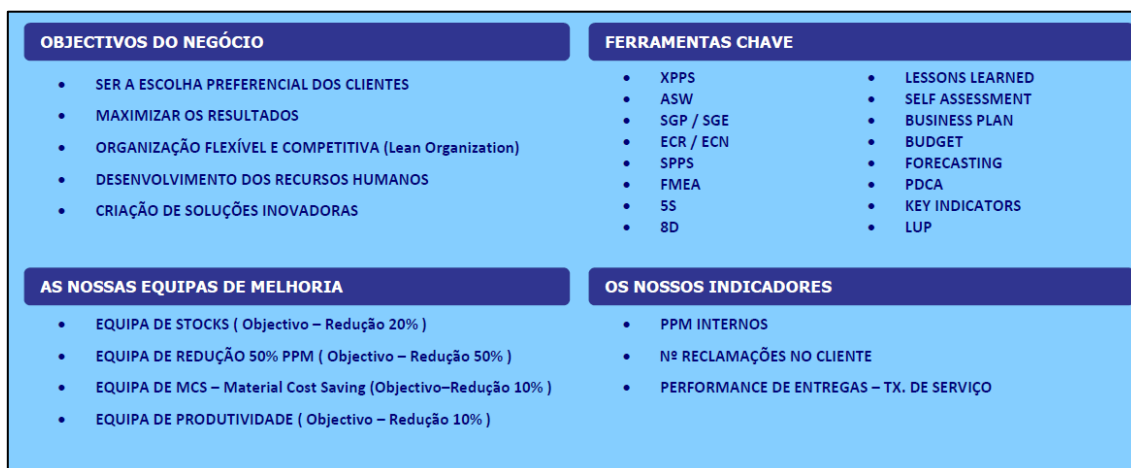


Figura 9-Estrutura de funcionamento da empresa (Fonte: Simoldes, 2016)

3.2 Processo Produtivo

Moldagem por Injeção de Termoplásticos

A moldagem por injeção é uma das técnicas de fabrico mais usadas na indústria atual de fabrico de produtos plásticos. O aparecimento do processo de injeção remonta a 1872, quando John Hyatt patenteou nos EUA, a primeira máquina de injeção. Posteriormente, em 1926, os alemães Eckert e Ziegler adaptaram comercialmente a máquina. Com o aparecimento dos termoplásticos no final da década de 1930, foi a partir desse momento que se assistiu a uma grande evolução desta tecnologia, no entanto, só a partir da segunda Guerra Mundial o processo se tornou competitivo (Johannaber, 2008).

Este método de fabrico de termoplásticos fundamenta-se no movimento de um parafuso sem-fim que faz deslocar o polímero granulado através de uma câmara de aquecimento, onde irá ocorrer a plastificação e homogeneização do material, e que seguidamente irá ser injetado no molde, onde tomará o formato da peça desejado.

Este tipo de fabrico é bastante vantajoso no meio industrial, devido ao tempo de ciclo de produção ser relativamente baixo, possibilitando uma elevada cadência de produção. Dependendo da peça a produzir, este processo pode variar entre 10 a 30 segundos, sendo que pode repetir centenas de vezes num único turno. Outra vantagem é a capacidade de produção de peças com formas e geometrias complexas com elevada precisão e ótimo acabamento superficial. Por este motivo, a maioria das peças plásticas que vemos hoje em dia são produzidas através desta técnica (Marujo, 2014).

O início do processo produtivo começa com a elaboração do molde, na maioria dos casos é concebido na divisão de aços. Seguidamente a esse passo, o molde entrará na fase de ensaios, onde irá ser testado nas máquinas de injeção plástica. Nessa fase, a máquina terá de efetuar um determinado número de peças aprovadas pela Qualidade, de acordo com o grau de exigência de cada cliente, só depois o molde pode ser aprovado para a produção em massa.

O funcionamento da máquina de injeção plástica começa com o abastecimento da matéria-prima. Na SP, existem dois tipos de transferência de plástico granulado para as máquinas: por meio de sistemas automatizados de vácuo provenientes de silos de armazenamento exteriores, ou através de contentores (com a receita de material granulado previamente preparada)

posicionados na lateral das máquinas. Estes advêm de uma área da fábrica chamada de zona de mistura, que se encarrega de misturar a matéria-prima com aditivos anti-estáticos, plastificadores, estabilizadores, corantes e pigmentos, a fim de assegurar a cor pretendida, robustez e propriedades mecânicas desejadas na peça.

O material é então transferido para a tremonha de alimentação. Esta alimenta, com quantidades bem definidas e em períodos de tempo pré-definidos, o fuso metálico. Por sua vez, o cilindro onde se encontra o fuso, é aquecido por meio de resistências elétricas, possuindo na sua extremidade (ligação ao molde) um bico de injeção, que, dependendo do tipo de molde, pode incorporar uma válvula anti retorno.

O polímero granulado é então fundido e transferido para o bico de injeção, através do movimento de rotação do fuso. O bico de injeção eleva a pressão de saída do material e assegura que o mesmo entra de forma contínua no interior do molde sem que possa haver refluxo de material. Já no interior do molde o material é arrefecido através de condutibilidade térmica, proveniente da troca de calor entre a superfície moldante e o molde, refrigerado através de água fria proveniente de *Chillers* instalados na área técnica da fábrica.

Na Figura 10, estão apresentados todos os componentes de um exemplo de uma máquina de injeção plástica.

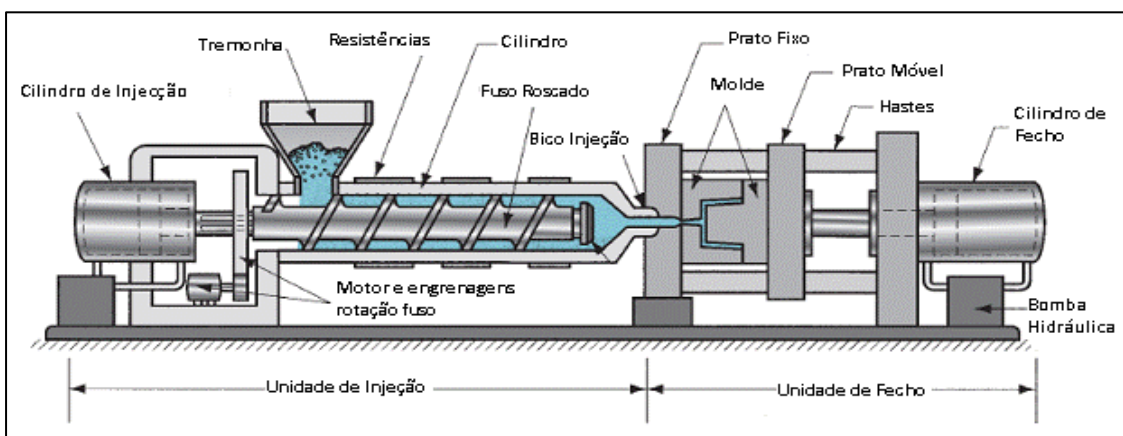


Figura 10-Partes constituintes de uma máquina de injeção plástica (Fonte: I.S.T, 2016)

Após o arrefecimento da peça plástica, o prato móvel juntamente com a cavidade do molde recuam, o robot da máquina de injeção, desce e extrai a peça do molde através de ventosas de vácuo existentes nas suas garras. Seguidamente o robot efetua o controlo automático de incompletos. Através de sensores e ou camaras de visão artificial verificam se existe alguma superfície da peça que esteja incompleta, ou se a cor da mesma se adequa ou não aos requisitos necessários para aprovação. Se tudo estiver conforme, o robot coloca a peça nas bancadas ou no tapete rolante, caso contrário o robot transporta a peça para o contentor de peças rejeitadas.

Método de Trabalho

Seguidamente, serão apresentadas as funções que o operador desempenha na fábrica, explicitamente num posto de trabalho onde se encontra uma máquina de injeção plástica.

Na Figura 11, está ilustrado um exemplo de posto de trabalho de uma máquina de injeção plástica, onde o operador tem como função receber as peças que o robot coloca na bancada de trabalho, verificar a qualidade da peça, introduzir manualmente acessórios específicos na peça, efetuar os últimos acabamentos, proceder ao embalamento e colocar a peça no contentor de produto acabado ou produto interno, conforme o tipo de peças.

Do ponto de vista do robô, este tem de tirar a peça do molde e verificar a presença de incompletos. Seguidamente entrega a peça a um robot auxiliar de 6 eixos instalado ao lado da máquina. Este encarrega-se de colocar agrafos na peça, transportando a mesma até um aparelho de ar quente, com o objetivo de eliminar rebarbas existentes na sua superfície. Por fim, coloca novamente a peça no tapete rolante que irá de seguida ter às mãos do operador (Simoldes Diversos, 2016).

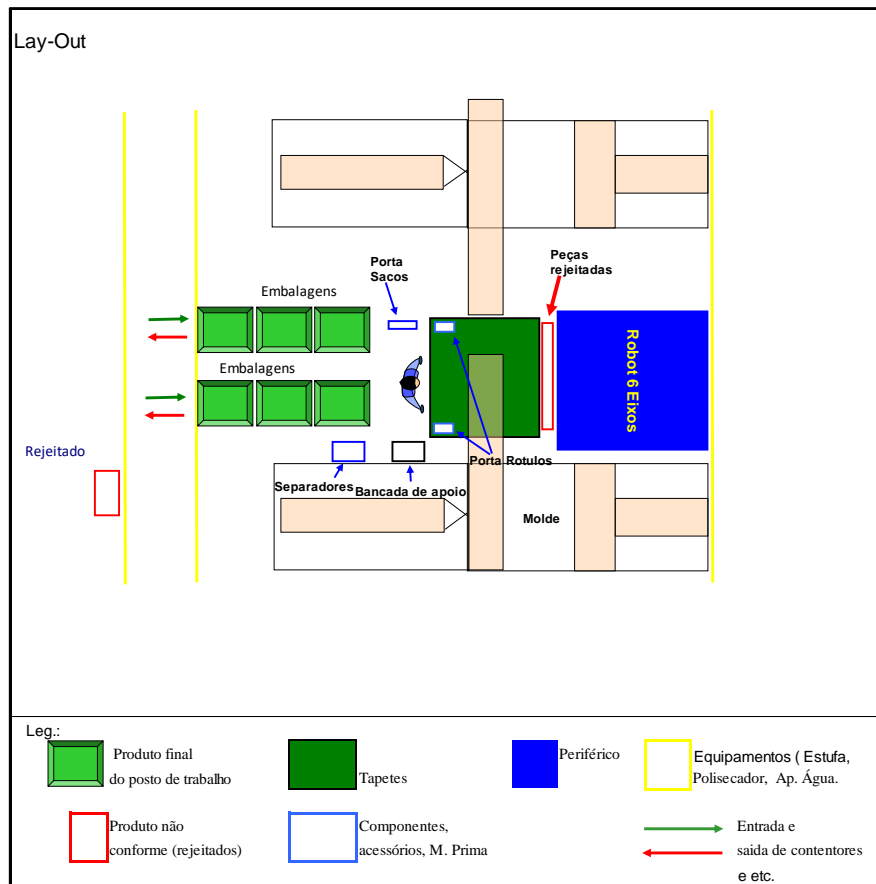


Figura 11-Lay-out de um posto de trabalho de uma máquina de injeção (Fonte: Simoldes, 2016)

Normalmente, e dependendo dos diversos casos, existem sempre dois contentores no local, um vazio e um cheio. De forma a assegurar a continuidade do fluxo de trabalho, permitindo ao operador não ter de esperar por contentores vazios de acordo com as ordens de produção. O transporte dos contentores é da responsabilidade do departamento de Logística, sendo que este é baseado no *Sistema Pull*, cada posto de trabalho e ordem de produção tem um cartão onde contem a referência da matéria-prima e componentes para uma determinada produção, sendo que vêm junto com a ordem de produção. A logística recolhe e entrega os contentores de 2 em 2 horas, através de comboios de carga que percorrem os corredores das naves de produção, auxiliados por sistemas *poka-yoke* que impossibilitam eventuais erros na recolha ou abastecimento de contentores de produto interno/final ou matéria-prima.

O colaborador possui ainda outras funções, entre as quais assegurar que o seu local de trabalho se encontra limpo e organizado durante o seu turno e, no final, preenchendo a rotina de limpeza 5S, também é incumbido de preencher diariamente o plano de manutenção autónoma da máquina pertencente ao TPM. É ainda da sua responsabilidade fazer o registo de traçabilidade, que consiste em assinar o seu nome, colocando o número do primeiro rótulo (1º peça efetuada nas suas mãos) e o número do último rótulo da última embalagem concluída. Durante a

mudança de molde o operador deve preencher a ordem de produção, confirmando se a matéria-prima e componentes são os pedidos pela mesma. O controle de peças rejeitadas é efetuado pelo operador, que ao longo do seu trabalho identifica e coloca as peças rejeitadas no contentor devido, e todas as peças que forem colocadas neste contentor terão de conter a assinatura do mesmo. Por fim, o preenchimento do quadro de controlo de produção, onde basicamente é registado tudo o que vai acontecendo ao longo do turno, tanto a nível de rejeições como de tempos de paragens de máquina ou avarias (moldes e máquinas), o operador tem de contabilizar todas as paragens e assinalar o tempo ocorrido para cada uma delas.

Por último, os contentores são transportados para os armazéns. Dependendo do tipo de peça, estas têm diferentes destinos, ou seja, peças que ainda irão sofrer modificações como revestimento de tecidos, instalação de acessórios, entre outros. Esses contentores irão para o armazém de produto interno, a fim de futuramente serem transportados para as naves de montagem ou de revestimento. Se forem peças finais, estas irão para o armazém de produto acabado, a fim de serem expedidos através do cais de embarque da fábrica (Simoldes Manual, 2016).

Equipamentos Produtivos e Layout da Fábrica

A empresa possui atualmente 43 máquinas de injeção plástica com capacidades de fecho que variam entre as 240 e 3200 Toneladas, a maior parte possui robot acoplado, porém existem alguns casos onde o operador retira a peça manualmente. É o caso das máquinas de injeção verticais, destinadas às peças com revestimento de tecido. Para além disso, existem ainda inúmeros equipamentos periféricos que trabalham acoplados à máquina de injeção. Como por exemplo, controladores de temperatura dos moldes, poliseadores (remoção de humidade do polímero granulado), aspiradores, refrigeradores do molde (*Chillers* móveis), sonotrodos (soldadura com ultrasons), moinhos de gito, tapetes transportadores, automatizações de montagem, robots auxiliares, entre muitos outros.

De forma a trabalhar em segurança, as máquinas possuem mecanismos de segurança ativos e passivos que têm como função proteger o operador, o molde e a própria máquina. Assim, a máquina possui proteções elétricas, mecânicas e hidráulicas que garantem o seu normal funcionamento. Estes mecanismos de segurança não funcionam de uma forma isolada, poderão ou não ser acionados em simultâneo. Alguns exemplos são as barreiras de segurança óticas, sensores de abertura/fecho das portas laterais da máquina, barreiras físicas, sistemas anti erro, entre outros.

A fábrica tem passado por algumas mudanças resultantes da realocação de equipamentos produtivos e postos de trabalho, que resultou da necessidade de um espaço dedicado a revestimentos e pintura. A Figura 12 apresenta o *Layout* da fábrica com os diversos departamentos e áreas. Para que seja possível entender qual foi a área de incidência do presente projeto, na figura encontra-se uma ampliação da área de implementação do TPM, que corresponde à Área Produtiva-Nave 3, onde estão presentes os postos de montagem.

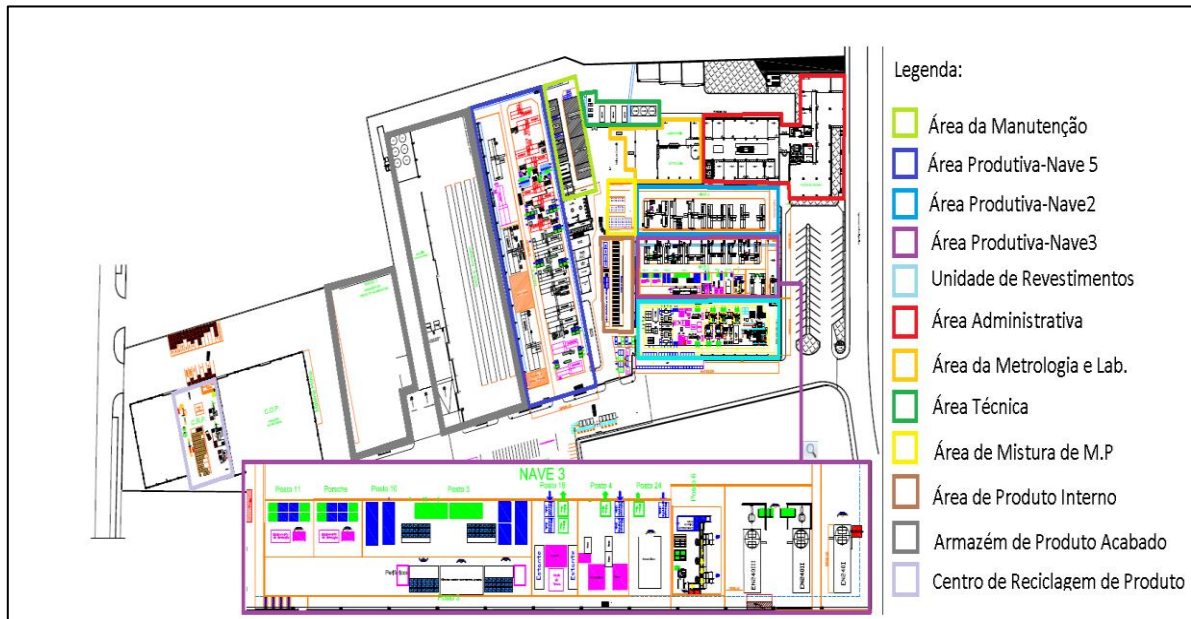


Figura 12-Layout da Simoldes Plásticos e área de implementação do TPM (Fonte: Simoldes, 2016)

3.3 Departamentos e estrutura organizativa da Simoldes Plásticos

É no edifício da Simoldes Plásticos S.A, que se situam as direções centrais e áreas centralizadas do grupo Divisão de Plásticos:

- Direção Geral;
- Recursos Humanos;
- Financeira e contabilidade;
- Sistemas de Informação;
- Qualidade;
- I&T (Tecnologias de informação);
- Engenharia e Inovação;
- Operações (Eng^a Processo Central e Vida Série / Eng^a. Produto – Vida Série).

Paralelamente à direção central da Divisão de Plásticos de Portugal que se encontra no edifício da Simoldes Plásticos, também no mesmo sítio se encontra a direção de fábrica da Simoldes Plásticos, podendo esta ser visualizada no organograma da Figura 13.



Figura 13-Estrutura organizativa da fábrica Simoldes Plásticos (Fonte: Simoldes, 2016)

O desenvolvimento do presente projeto foi sobretudo executado no Departamento da Manutenção. De forma a dar a conhecer os restantes departamentos da fábrica S.P, será apresentada uma pequena descrição de cada um, para que seja possível entender de que forma o trabalho é interligado entre as variadas áreas da empresa.

- **Departamento da Produção**

É um dos mais importantes departamentos da fábrica, está organizado através de quatro naves de produção, designadas internamente por: Nave 2, Nave 3, Nave 5 e Unidade de revestimentos. Por sua vez, as naves têm divisões denominadas por módulos: o módulo 2 possui máquinas de baixa tonelagem, os módulos 4 e 5 têm máquinas de grande tonelagem, o módulo 3 tem na sua área postos de montagem e máquinas de injeção de baixa tonelagem, e por último, a unidade de revestimentos, que tem como função acabamentos das peças, desde revestimento a pintura.

O departamento está interligado com muitas outras áreas da empresa, entre as quais a Qualidade, Manutenção e Logística. Abrange diversos níveis hierárquicos, desde os operadores das máquinas produtivas, planeadores da produção, responsáveis de módulo (que fazem a supervisão dos operadores), a equipa SMED (que efetua a troca dos moldes) e controlo de qualidade. É neste departamento que se faz o planeamento da produção, ou seja calcular as quantidades a serem produzidas diariamente por cada molde, em cada máquina, nas diversas naves produtivas. Também realiza a gestão dos recursos humanos (operadores), nomeadamente as escalas de trabalho a realizar todas as semanas, que possibilitam a correta distribuição dos operadores pelos três diferentes turnos, de todas as naves produtivas.

- **Departamento de Logística Interna**

O departamento de logística tem sob sua responsabilidade o controlo de armazéns; gestão de *stocks*, tanto de produto acabado como de produto interno; fornecedores de matéria-prima; fornecedores de componentes e gestão de guias de remessa. É uma área importante, estando em constante dependência do departamento da produção. O papel da logística interna na produção é a responsabilidade de assegurar a matéria-prima nas diversas máquinas produtivas, e proceder à extração e alocação de contentores de produto final acabado. Estes processos são assegurados através de um comboio logístico, usualmente chamado de *Mizusumashi* ou *Milkrun*, suportado pelo sistema *Kanban*.

A Logística interna encontra-se dividida em várias secções, sendo estas: Armazém de produto acabado; Expedição; Armazém de matéria-prima; Zona de mistura; Aprovisionamento; Planeamento e Gestão de clientes.

- **Departamento da Qualidade**

A qualidade, através dos planos de controlo assegura a qualidade dos produtos. É um departamento que está em constante comunicação com a produção, engenharia de *Design* e desenvolvimento. Rege-se pelas normas ISO9001 e ISO/TS 16949, sendo que o cumprimento das mesmas é da responsabilidade deste departamento. A qualidade acompanha de perto a produção diária de todas as naves produtivas, monitoriza a quantidade de peças rejeitadas de cada máquina em PPM. Através da elaboração de diagramas de pareto e ciclos PDCA estuda e elimina os diversos tipos de defeitos encontrados nas peças. Analisando e prestando *inputs* específicos para alterações do molde ou processo de fabrico, de forma a eliminar ao máximo os defeitos e garantir a qualidade dos produtos enviados para o cliente. Entre todas estas funções, o departamento da qualidade possui ainda a responsabilidade de fazer a gestão de reclamações e elaborar inquéritos de satisfação aos clientes, para averiguar as suas necessidades e requisitos.

- **Departamento da Engenharia de Processo**

Este departamento assegura a elaboração e estudo dos processos produtivos da fábrica, tendo como principal objetivo a criação de condições para a correta conceção dos produtos a serem vendidos ao cliente. Questões ligadas ao processo produtivo, como a criação de *Layouts* de postos de trabalho, desenvolvimento da automação nos processos de fabrico, melhoria da produção através da criação de condições que diminuam o tempo total de produção, estudo e eliminação de desperdícios produtivos, entre muitas outras atividades.

- **Departamento de Engenharia de Produto**

A constante comunicação com o cliente, o desenvolvimento de produtos, alterações de parâmetros do produto com base na exequibilidade no meio industrial são algumas das funções do departamento de engenharia de produto. Outras responsabilidades desta área são a otimização de custos de fabrico, facilidade de produção e eliminação de defeitos. Também possui outras funções como a comunicação com o cliente no que toca a orçamentação dos produtos.

- **Departamento da Manutenção**

Este departamento foi o responsável pelo acolhimento deste trabalho, apoiando e dando suporte a todo o seu desenvolvimento. Atribuindo-lhe um pouco mais de atenção, pois a sua

explicação será determinante para o entendimento e contextualização de todo o conteúdo presente nesta dissertação.

O principal objetivo deste departamento é assegurar o correto funcionamento de todos os equipamentos da fábrica, sendo que, para esse efeito, são aplicados vários tipos de manutenção.

A área da Manutenção da fábrica tem evoluído bastante ao longo do tempo e tem vindo a assegurar um lugar importante no seio da empresa. Paralelamente à implementação do TPM e aos benefícios conseguidos com este, atualmente, há uma grande incidência do trabalho nos três tipos de manutenção, em especial nos de natureza preventiva, assegurando uma maior fiabilidade dos equipamentos. A filosofia de melhoria contínua também se encontra presente nesta área, através da gestão visual são apresentados os indicadores de performance da manutenção, para que todos os membros tenham conhecimento da influência do seu trabalho para com a eficiência global da manutenção, de modo a adquirirem maior responsabilidade e participação. Para além disso, o *software* de gestão da manutenção MAC (Manutenção Assistida por Computador), permite fazer uma correta gestão da manutenção e otimização dos trabalhos a realizar pelos técnicos.

Na fábrica estão presentes três tipos de manutenção. Na hipótese de ocorrerem avarias inesperadas e não programadas, a manutenção corretiva é assegurada. A equipa da manutenção é reunida e, com a aprovação do departamento da produção, é efetuada a intervenção na máquina e reparação da avaria.

O segundo tipo é a manutenção preventiva, que consiste num conjunto diversificado de tarefas programadas e preparadas de acordo com o tipo de equipamento, realizadas pela equipa de manutenção. Alguns exemplos de atividades de manutenção preventiva são: calibrações, nivelamentos, paralelismos do equipamento, análise de óleos, limpeza de filtros, entre muitos outros.

Por último, a manutenção preditiva, embora não muito usada, está presente em algumas máquinas. Neste caso a manutenção é efetuada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e avaliação de parâmetros significativos do equipamento. Cabe ao responsável da manutenção fazer a monitorização e, com os técnicos da manutenção, proceder à intervenção e reparação se necessário. Um exemplo deste tipo de manutenção é a análise de vibrações nos equipamentos hidráulicos, concretamente nas bombas hidráulicas e acoplamentos internos.

A área da manutenção está dividida em várias secções, entre as quais a área de manutenção de moldes, manutenção mecânica, manutenção elétrica, robots e periféricos, engenharia de processo (conceção de estruturas, automação e robótica). Todas estas secções são independentes, mas existem casos específicos que podem depender umas das outras no desenvolvimento de determinadas ações. Por exemplo, quando o departamento da manutenção necessita da cooperação do departamento da produção no desenvolvimento de ações específicas de manutenção que englobem limpezas, são necessários colaboradores da produção para efetuar esses trabalhos, e também no planeamento de paragens programadas nos equipamentos.

3.4 Funcionamento do Departamento da Manutenção

3.4.1 Estrutura do Departamento da Manutenção

O departamento de Manutenção Industrial assume a responsabilidade de três grandes setores na unidade fabril: máquinas de injeção/periféricos, equipamentos de transporte e moldes. O objetivo de toda a equipa pertencente a esta área passa por assegurar a conservação e otimização desses três setores, sendo que a supervisão de todas as secções é da responsabilidade do Responsável da Manutenção de Fábrica. A Figura 14 representa o organograma do departamento de manutenção industrial.

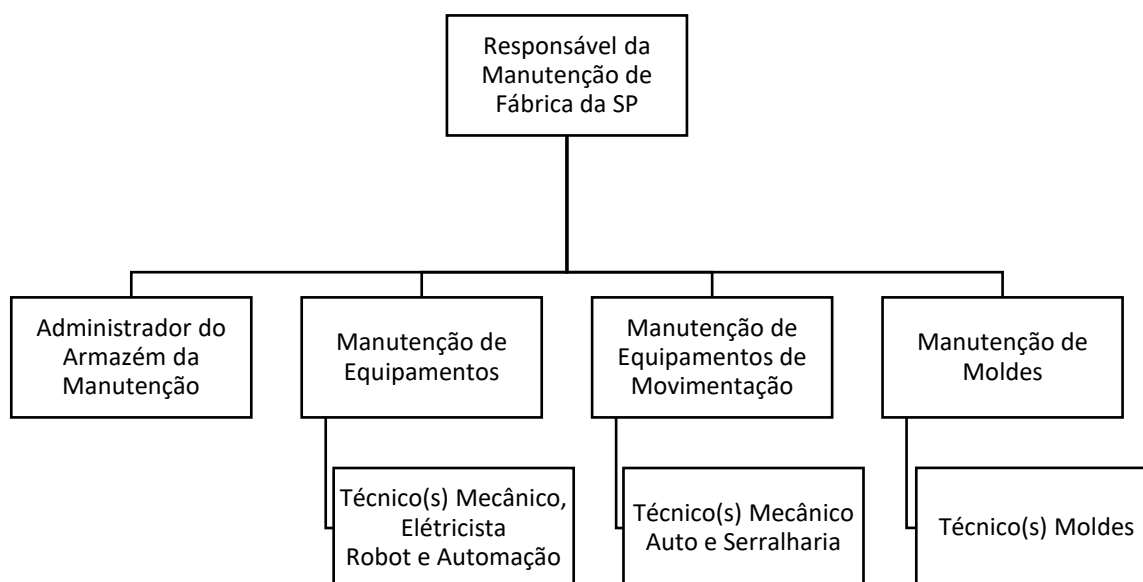


Figura 14-Organograma do Departamento de Manutenção Industrial (Fonte: Simoldes, 2016)

Além dos diferentes tipos de manutenção enunciados anteriormente na descrição do departamento, as máquinas de injeção obedecem a um conjunto rigoroso de procedimentos de afinação. Alguns exemplos são as calibrações de temperaturas, pressões hidráulicas, paralelismos, sendo imprescindível prestar um maior foco nestes processos determinantes para o correto funcionamento produtivo. Tanto os equipamentos periféricos, como as máquinas de injeção são equipamentos eletromecânicos, ou seja, toda a equipa de eletricitas, mecânicos e técnicos de robótica/automação intervêm nesses equipamentos, tanto na manutenção corretiva, como na preventiva.

A manutenção auto é responsável por todos os equipamentos automóveis, sejam eles de transporte, ou movimentação da fábrica, dando como exemplo empilhadores elétricos, porta paletes elétricos ou manuais, reboques, atrelados, entre outros. Também estes equipamentos possuem um plano de manutenção preventiva bem definido e cuidadosamente acompanhado pelo responsável da manutenção.

A área de manutenção de moldes é responsável pela conservação dos moldes usados na produção da fábrica. Paralelamente, a equipa SMED executa as diversas mudanças de molde ocorridas diariamente, em todas as máquinas de injeção da fábrica. Naturalmente, com o passar do tempo os moldes vão desgastando, torna-se essencial proceder à reparação de anomalias

provenientes do desgaste ocorrido no processo produtivo ou de possíveis estragos que sucedam na mudança de molde.

Além disso, a equipa de manutenção de moldes recebe *inputs* específicos dos departamentos da Qualidade e Produção. No caso de ser necessário efetuar pequenas alterações no molde, que possam vir a melhorar a qualidade das peças obtidas, ou mesmo a equipa da manutenção denunciar algum problema do molde que possa vir a comprometer a qualidade do produto. Alguns problemas que aparecem na produção e que carecem de intervenção por parte da manutenção de molde poderão ser: aparecimento de rebarbas, manchas, brilhos nas peças obtidas, fratura de acessórios do molde, deformações na geometria das peças, mossas, entre outros (Simoldes Diversos, 2016).

3.4.1 Manutenção Assistida por Computador (MAC)

Nos dias de hoje, uma forma eficaz de reduzir custos com a manutenção, aumentando a eficácia da mesma é o recurso a sistemas informáticos. A dependência de equipamentos automáticos de produção é cada vez mais elevada, resultando num gigantesco volume de informação que é necessário processar. Desta forma é quase impossível fazer a sua gestão através de processos manuais, torna-se então inevitável o apoio informático para a sua correta gestão.

Existem inúmeras vantagens de uma empresa possuir um sistema informático de apoio à gestão da manutenção. Monteiro (2008) expõe cinco exemplos:

- **Aumento do ciclo de vida dos equipamentos:** Ao informatizar todos os dados referentes a um equipamento, registando todos os elementos que possam sofrer manutenção, bem como todos os seus consumíveis associados, distribuindo para cada um deles um plano de manutenção bem detalhado onde constem descrições dos serviços e operações a efetuar em cada componente. Estaremos desta forma a proceder a um controlo apertado a todos os componentes da máquina, assegurando que todos eles recebem a devida manutenção, resulta numa maior longevidade da própria máquina;
- **Redução dos tempos de espera:** Ao informatizarmos todo o *stock* dos diferentes componentes de substituição existentes no armazém da manutenção, estaremos de certa maneira a criar condições que permitam, na hora da avaria, reduzir o tempo de busca de materiais (peças de substituição ou ferramentas), que irá diminuir o tempo médio de reparação (MTTR);
- **Redução dos tempos de imobilização:** Os sistemas informáticos de apoio à manutenção permitem reduzir o número médio de avarias imprevistas, muito por causa do apoio da manutenção preventiva, histórico de avarias dos equipamentos e outros dados estatísticos de gestão, fazendo com que as avarias complexas sejam evitadas, resultando em zero avarias, ou avarias simples e rápidas de resolver;
- **Redução de Custos:** Ao utilizar uma correta manutenção nos equipamentos, consegue-se desta forma evitar avarias complexas, que ponham em causa a produtividade da empresa (fonte de lucro) e também a necessidade de substituição de onerosos componentes das máquinas, situação evitável se a entidade agir de uma forma preventiva. Para além disso, tendo em conhecimento todos os custos envolventes é possível tomar decisões mais pertinentes em tempo oportuno;
- **Maior eficácia na gestão da Manutenção:** Ao dispormos a informação técnica de todos os equipamentos, acessível através de um toque, a tomada de decisões torna-se mais fácil e sobretudo mais eficiente. Ao implementar um *software* deste tipo, são

necessárias algumas intervenções na organização interna da Manutenção, levando por exemplo a ajustes de incorreções, excessos existentes, melhorando de uma forma geral a estrutura da Manutenção.

Na SP, a gestão da Manutenção é auxiliada por um *software* específico chamado de MAC (Manutenção Assistida por Computador). A nível de manutenção de equipamentos, este permite, entre muitas outras funções, emitir automaticamente as fichas com as especificações necessárias para as intervenções de Manutenção Preventiva (provenientes de um planeamento anteriormente definido pela equipa). Possibilita receber de uma forma organizada todos os Pedidos de Intervenção (P.I.) de carácter corretivo ou de melhoria, que sejam solicitados pelos serviços utilizadores da Manutenção. A equipa da Manutenção cria Ordens de Trabalho (O.T) de forma a responder a todos esses pedidos, com o objetivo de melhor organizar todo o trabalho a executar. Exemplos são a distribuição das ações pela equipa de técnicos, quantificação de peças de substituição existentes no armazém da Manutenção, introdução da mão-de-obra necessária, tempos gastos nas diversas reparações, consulta do histórico de intervenções em cada máquina, de modo a detetar mais prontamente a origem das avarias.

3.4.2 Tipos de ações desempenhadas no MAC

A fim de melhor entender o funcionamento do *software*, e a relação deste com a implementação bem-sucedida do TPM, serão apresentados de seguida alguns exemplos de ações desempenhadas:

- Receção de Pedidos de Intervenção provenientes das diversas áreas da Fábrica.

Este menu permite analisar a totalidade de P.I efetuados à Manutenção de Fábrica. Analisando a Figura 15, pode-se visualizar o número interno correspondente de cada pedido, a sua data, o equipamento em questão, a descrição do pedido (descrição da avaria) e a *Trade*³ correspondente, ou seja, se é uma avaria Mecânica, Elétrica, de Molde etc.

A descrição do P.I é fulcral para a correta análise da avaria por parte dos técnicos da manutenção. Se o pedido estiver escrito de forma adequada e concisa o impacto no MTTR é bastante positivo.

O preenchimento dos detalhes no P.I, permite um bom seguimento por parte da equipa da manutenção na elaboração das ações TPM.

| O | No. Ped. | O.T. | Tr | Data P. | Hora | Equipamento | C | Descrição do Pedido de Intervenção | Trd | G | Dept. | Requis. | Aprov. | Situação do P.I. | Detalhe do Pedido (r |
|---|----------|----------|-------|--------------------------------------|------|---|---|------------------------------------|-----|---|------------|---------|--------|------------------|--|
| | 65509863 | 11/05/16 | 14.03 | M Injeção EN 1700 V | 5 | PARAFUSOS FIXAÇÃO DOS CLINDOS PARTIDOS | | | MEC | 1 | MANUEL | /// | /// | | |
| | 65509859 | 11/05/16 | 13.29 | M Injeção KM 300 | 3 | Roscas danificadas | | | MEC | 1 | Leandro | /// | /// | | |
| | 65509860 | 11/05/16 | 13.29 | M Injeção EN 400 XVI | 3 | Roscas danificadas | | | MEC | 1 | Leandro | /// | /// | | |
| | 65509861 | 11/05/16 | 13.29 | M Injeção EN 400 VIII | 3 | Roscas danificadas | | | MEC | 1 | Leandro | /// | /// | | |
| | 65509858 | 11/05/16 | 13.28 | Robot KM 300 I (S900II) | 4 | Vaco 2 danificado (entupido) | | | PER | 1 | Leandro | /// | /// | | |
| | 65509857 | 11/05/16 | 13.08 | M Injeção EN 240 I | 3 | MESA NAO GANHA SINAL | | | ELE | 1 | SERGIO | /// | /// | | |
| | 65509856 | 11/05/16 | 12.59 | M Injeção EN 300 II | 3 | Sinais luminosos andon | | | ELE | 1 | Renato | /// | /// | | Azul, Vermelho e Branco não fun |
| | 65509854 | 11/05/16 | 12.57 | M Injeção KM 350 III | 3 | Fugas de oleo unidade injeção | | | MEC | 1 | Renato | /// | /// | | |
| | 65509855 | 11/05/16 | 12.57 | M Injeção KM 350 V | 3 | Fugas de oleo unidade injeção | | | MEC | 1 | Renato | /// | /// | | |
| | 65509853 | 11/05/16 | 12.55 | M Injeção KM 350 II | 3 | Lubrificação unidade injeção e fecho | | | MEC | 1 | Renato | /// | /// | | |
| | 65509852 | 11/05/16 | 12.54 | M Injeção KM 350 II | 3 | Verificar nivel do oleo hidraulico | | | MEC | 1 | Renato | /// | /// | | |
| | 65509851 | 11/05/16 | 12.53 | M Injeção EN 275 IV | 3 | Verificar nivel do oleo hidraulico | | | MEC | 1 | Renato | /// | /// | | |
| | 65509850 | 11/05/16 | 12.16 | Mont.Verkl. Heckklappe Unten-MO.7366 | 4 | VAVULA A COLAR | | | PER | 2 | BESSA | /// | /// | | |
| | 65509849 | 11/05/16 | 12.08 | BARRE SEUL PB X82 SP 15/11 | 2 | MUDAR VERSÃO DE VAM PARA COMB | | | MCM | 1 | XAVIER | /// | /// | | MOLDE SAI ESTA NOITE AS 6H E VOLTA A ENTRA |
| | 65509848 | 11/05/16 | 12.05 | M Injeção KM 1000 II | 3 | Verificar funcionamento dos sinais lumn | | | MEC | 1 | XAVIER | /// | /// | | Verificar funcionamento dos sinais luminosos da |
| | 65509847 | 11/05/16 | 12.04 | M Injeção KM 1000 IV | 3 | FUGA DE OLEO | | | MEC | 1 | XAVIER | /// | /// | | Verificar fugas de oleo nas valvulas e mangueiras |
| | 65509845 | 11/05/16 | 12.03 | M Injeção EN 1100 I | 3 | FUGA DE AGUA | | | MEC | 1 | XAVIER | /// | /// | | Verificar fugas de agua nas mangueiras de ligação |
| | 65509846 | 11/05/16 | 12.03 | M Injeção EN 1100 I | 3 | FUGA DE OLEO | | | MEC | 1 | XAVIER | /// | /// | | Verificar fugas de oleo nas valvulas e mangueiras |
| | 65509843 | 11/05/16 | 12.02 | M Injeção KM 1000 IV | 3 | Verificar fugas de oleo | | | MEC | 1 | XAVIER | /// | /// | | Verificar fugas de oleo na unidade de injeção |
| | 65509844 | 11/05/16 | 12.02 | M Injeção EN 600 II | 3 | Verificar fugas de oleo | | | MEC | 1 | XAVIER | /// | /// | | Verificar fugas de oleo na unidade de injeção |
| | 65509842 | 11/05/16 | 12.01 | M Injeção EN 800 I | 3 | Verificar fugas de oleo | | | MEC | 1 | XAVIER | /// | /// | | Verificar fugas de oleo na unidade de injeção |
| | 65509839 | 11/05/16 | 12.01 | M Injeção EN 1100 I | 3 | Verificar fugas de oleo | | | MEC | 1 | XAVIER | /// | /// | | Verificar fugas de oleo na unidade de injeção |
| | 65509840 | 11/05/16 | 12.00 | M Injeção KM 1000 II | 3 | FUGA DE OLEO | | | MEC | 1 | XAVIER | /// | /// | | Verificar fugas de oleo na unidade de injeção |
| | 65509840 | 11/05/16 | 12.00 | M Injeção EN 900 II | 3 | fugas de oleo | | | MEC | 1 | XAVIER | /// | /// | | Verificar fugas de oleo na unidade de injeção |
| | 65509837 | 11/05/16 | 11.57 | M Injeção EN 275 III | 3 | Verificar nivel do oleo hidraulico | | | MEC | 1 | Renato | /// | /// | | |
| | 65509838 | 11/05/16 | 11.57 | Robot KM 1600 III (S900II) | 3 | BAC 4 AVARIADO | | | PER | 1 | FLORENTINO | /// | /// | | |
| | 65509836 | 11/05/16 | 11.13 | Molde Garnt.Pied Milieu Sup VP PLC G | 2 | Mudar versão de VU para VP | | | MCM | 1 | Renato | /// | /// | | O molde sai por volta das 22h e volta a entrar dia |
| | 65509835 | 11/05/16 | 10.51 | BARRE SEUL HAYON X82 SP 15/11 | 2 | MUDAR VERSÃO DE COMB PARA VAN | | | MCM | 1 | MARQUES | /// | /// | | MOLDE ENTRA EM MAQUINA AS 04h00 |
| | 65509833 | 11/05/16 | 9.30 | Molde Garnt.Pied Milieu Sup VP PLC G | 2 | PARAFUSO DO EXTRACTOR PARTIDO | | | MCM | 1 | 1938 | /// | /// | | |

Figura 15-Lista de Pedidos de Intervenção de Fábrica (Fonte: Simoldes, 2016)

³ Por “trade” denomina-se a área de intervenção. Ou seja: área mecânica, elétrica, robot e molde.

Através deste menu é possível dispor os pedidos de intervenção por ordem de chegada, desta forma atua-se nos mais antigos ou nos mais urgentes evitando o esquecimento dos mesmos. Os pedidos de intervenção que já tenham número de O.T, adquirem uma cor diferente para que seja fácil a sua distinção entre os restantes. Para além disso, é possível saber o nome do requisitante, ou seja, quem deu o alerta da avaria. Assim, na hora da intervenção da manutenção, caso haja alguma dúvida concreta referente ao pedido, existe sempre a possibilidade de contactar essa pessoa, de forma a obter mais informações e detalhes da avaria.

- Abertura/Fecho de uma Ordem de Trabalho

A Figura 16, apresenta todos os campos necessários a preencher, a fim de abrir uma Ordem de Trabalho para um determinado Pedido de Intervenção. Este processo pode ser efetuado automaticamente clicando no próprio P.I, ou também pode ser feito sem que haja a existência de um pedido específico, por exemplo: se a equipa da Manutenção executa algum trabalho adicional a fim de resolver problemas que não tenham sido identificados antecipadamente, nesse caso uma O.T é criada unicamente para esse propósito.

Quando se faz a abertura de uma O.T, um número é gerado automaticamente, segue-se então o preenchimento de alguns campos, entre eles: a escolha do equipamento (conseguida através do seu código interno ou por meio de uma pesquisa avançada de equipamentos); seguidamente a data e hora de abertura da O.T; no campo da descrição deve compor-se uma breve exposição da intervenção que se irá executar; o tipo de trabalho (se é um trabalho corretivo, de melhoria ou de modificação); a Trade é escolhida; o Tipo de Avaria é assinalado (avaria de águas, sistemas de aquecimento, elétrica, mecânica, hidráulica, etc.) e por fim a indicação do estado em que se encontra a Ordem de Trabalho, se está completa e fechada, a aguardar material ou em curso.

É importante que a descrição dos trabalhos realizados seja corretamente preenchida, pois essa informação qualitativa é determinante para a elaboração de um histórico de intervenções completo, que, posteriormente, será muito útil para perceber melhor futuras avarias.

O registo de mão-de-obra, materiais utilizados (retirados do armazém), descrição dos custos das intervenções, são essenciais para a correta gestão da manutenção, influenciando positivamente o TPM.

Figura 16-Preenchimento de uma Ordem de Trabalho (Fonte: Simoldes, 2016)

No fecho de uma Ordem de Trabalho, outros dados importantes têm de ser preenchidos: a introdução de mão-de-obra de cada técnico, referente à intervenção realizada; o registo da requisição de artigos (nomeadamente o material utilizado na reparação, dando como exemplo a substituição de um vedante, onde é necessário introduzir o código interno do vedante,

quantidade usada, a data da requisição e o nome do requisitante); uma descrição do trabalho elaborado com aquilo que foi feito no equipamento por fim e a data e hora de finalização.

- Análise Estatística

Uma ferramenta poderosa presente neste *software* é a possibilidade de fazer o estudo estatístico dos tempos da manutenção. Através de dados provenientes do correto preenchimento das Ordens de Trabalho e Pedidos de Intervenção, o *software* armazena toda a informação de cada equipamento da fábrica e calcula os vários indicadores de performance da manutenção.

Através da Figura 17, podemos visualizar as diferentes opções que se podem analisar. É possível elaborar uma análise em um intervalo de tempo pré-definido, escolhendo um setor específico da fábrica, num determinado equipamento ou conjunto de equipamentos, selecionar o tipo de trabalho (corretivo, de modificação, etc.). Por último, sinalizar a análise que pretendemos efetuar: desde verificar as taxas de avarias; disponibilidade dos equipamentos; indicador MTTR; indicador MTBF; tempos de imobilização; tempos de perda de produção, entre outras opções.

No ponto de vista do TPM, esta análise estatística ajuda a entender, quais os equipamentos que se encontram com pior desempenho operacional, conferindo *inputs* específicos, relativamente aos equipamentos que precisam de uma maior atenção por parte da manutenção. Um dos critérios mencionados mais abaixo, na fase de implementação do TPM, que permite escolher os equipamentos, é precisamente aqueles que detenham um pior desempenho operacional e disponibilidade para intervenções, em termos de carga produtiva. Esta é uma das ferramentas que se podem utilizar para conseguir filtrar esses equipamentos e auxiliar na escolha dos mesmos.

Tempos de Manutenção

Sector: []

Localização: 01

Família: [] Sub-Fam.: []

Sv. Resp.: []

Equipamento: []

Tipo Trabalho: [] - []

Gupo Trabalho: []

Grau O.T.: [] []

Grau Equipamento: []

Data Fecho da O.T.: 01/01/2016 a 16/06/2016

Ordenar

- No. Intervenções Correctiva
- No. Equipamento
- Sector / Equipamento
- Tempo Imobilização Total
- Tempo Imobilização Correctiva
- MTTR (Tempo Intervenção)
- hh's (Mão de Obra)
- MTBF
- Tempo Perda Produção
- Disponibilidade
- Taxa Anual de Avarias
- Família do Equipamento
- Localização
- % Correctiva de Emergência
- % hh's de Correctiva / Preventiva

Executar Sair

Figura 17-Análise dos tempos de manutenção (Fonte: Simoldes, 2016)

Concluindo, o *software* MAC é uma ferramenta fulcral para o correto funcionamento da gestão da manutenção. Apresentando uma síntese das suas vantagens: permite melhorar o controlo de *stock*; possibilita a consulta do histórico de avarias/intervenções no auxílio de problemas futuros; reduz os tempos de paragens; diminui os custos totais que não englobem a produção;

umenta a disponibilidade dos equipamentos; emite dados estatísticos de performance da manutenção.

3.5 Metodologia de Implementação do TPM

Para se implementar o TPM, segundo a teoria exposta no capítulo 2.2.4, são necessárias quatro fases. Contudo, para o presente caso de estudo, as fases 1 e 2 (fase preparatória e fase inicial do TPM) já se encontravam concluídas, pois no início do projeto, a decisão da implementação já estava tomada pela direção e a mesma já tinha formação neste âmbito. De referir ainda que a fase 3 (implementação do TPM) também ela se encontrava consolidada, contudo em algumas situações, existia ainda a necessidade de implementação. Deste modo, o presente caso de estudo começa com a fase 3 da implementação e faz referência à fase 4 (consolidação) tendo por base o que foi implementado até à data de fim do estágio.

3.5.1 Etapas da aplicação da ferramenta na SP

A etapa de implementação é crucial para o sucesso da metodologia seja em que empresa for. Na SP, adotou-se um modelo interno bem definido de implementação do TPM, ao todo com sete etapas essenciais:

- **Passo 1: Definição da equipa e escolha dos equipamentos**

A definição da equipa é um passo importante, pois a escolha das pessoas envolvidas no processo de implementação, influencia nos futuros resultados obtidos. É importante que todos os membros estejam envolvidos nas ações de otimização e melhoria, pois os benefícios obtidos com o TPM são destinadas a todo o processo produtivo, ou seja, uma pequena melhoria num único equipamento pode fazer toda a diferença na melhoria da eficiência produtiva total, daí que a palavra total esteja presente na sigla TPM. Para além disso, existe um compromisso por parte dos membros intervenientes da equipa no que toca ao cumprimento dos objetivos TPM impostos, por isso é determinante a entejuda e cooperação entre os demais.

Assim, torna-se pertinente englobar o maior número possível de departamentos da fábrica. A situação ótima a considerar é a participação de todos os departamentos, mais concretamente todas as áreas de envolvidas num posto de trabalho: operadores, equipa SMED (técnicos afinadores), responsáveis de módulo e produção, membros da manutenção, engenharia de processo, qualidade, logística, higiene e segurança no trabalho. Assim, todos os departamentos da fábrica ficam em sintonia e em pleno conhecimento das ações que se pretendem realizar, desta forma não haverão muitos entraves na altura da aplicação do TPM. Pelo contrário, haverá entejuda e colaboração entre todos, assim todo o trabalho irá fluir com mais facilidade. No caso presenciado na SP, existiam membros da área da manutenção, produção, qualidade, engenharia de processo e higiene e segurança no trabalho.

Seguidamente à formação da equipa, é essencial definir metas e meios para as atingir. Elaborar uma calendarização de implementação do TPM é de extrema importância, tanto para coordenar o trabalho, como para distribuir e planear intervenções entre os departamentos. Um exemplo de calendarização de implementação da metodologia nos postos de montagem da SP está presente no Anexo I. Essa calendarização foi definida no início do ano de 2016 e procurou respeitar os objetivos internos definidos pela empresa, os feriados e período de férias, a fim de elaborar um calendário que fosse consistente e ao mesmo tempo que estivesse de acordo com a realidade existente na empresa.

Paralelamente à elaboração da calendarização de implementação, está a definição do escalonamento, ou seja a ordem de implementação nos diversos equipamentos da fábrica.

O critério para a escolha dos equipamentos pode variar. Normalmente escolhem-se as máquinas que apresentem piores performances produtivas, com indicadores de eficiência baixos. Além disso, para os equipamentos que já tenham recebido o TPM há bastante tempo, considera-se a elaboração de uma atualização ou renovação incluída no calendário de implementação. Também a disponibilidade dos mesmos é importante, pois o equipamento com o pior desempenho poderá não ser o primeiro a ser intervencionado pelo TPM, se este não tiver disponibilidade em termos de carga produtiva. Casos em que o equipamento necessite de intervenções prolongadas por parte da manutenção, também são considerados.

- **Passo 2: Formação introdutória TPM**

Esta etapa resume-se a dar a conhecer a ferramenta TPM a todos os intervenientes no posto de trabalho onde a ferramenta irá ser implementada. Nessa formação são apresentados os objetivos do TPM, de que forma são atingidos, alguns exemplos de casos de implementação, são explicados os diferentes pilares que dão suporte ao TPM e faz-se a sensibilização para a manutenção autónoma, um dos aspetos mais importantes no processo de implementação. O objetivo é que os operadores percebam os benefícios e entendam que são eles a chave do sucesso do TPM. Nesta fase tanto os colaboradores como todo o restante pessoal diretamente ligado ao TPM devem receber a formação, de maneira a que toda a fábrica esteja familiarizada com a metodologia.

Estas formações em sala exigem uma grande preparação, tanto a nível da apresentação, como no conteúdo exposto. É uma etapa a que se deve prestar alguma atenção. O operador se não ficar esclarecido sobre o conteúdo e objetivos da metodologia, não fica suficientemente motivado e convicto de que o TPM é de facto uma ferramenta que melhora a produtividade e o seu próprio posto de trabalho. O resultado é o não funcionamento da metodologia, pois é o colaborador o principal impulsionador do desenvolvimento do TPM. Este é o responsável pelo preenchimento diário do plano de manutenção autónoma, dá a conhecer às chefias diretas as problemáticas presentes no equipamento onde labora. Desta forma, torna-se importante enaltecer a sua importância no chão de fábrica.

- **Passo 3: Lista de verificação de anomalias**

Este documento possibilita a correta identificação das anomalias existentes nos equipamentos, para que seja fácil o seu levantamento durante a verificação. Tem como objetivo fazer com que as pessoas não se dispersem enquanto enunciam as anomalias que têm conhecimento. Desta forma seguem o caminho definido no *Checklist* de Inspeção Inicial (Figura 18). No fundo, é um documento que permite assinalar de uma forma ordenada, de acordo com categorias específicas e pré-definidas, todas as anomalias encontradas no equipamento, no chão de fábrica. As diferentes categorias permitem que no decorrer da reunião, não sejam esquecidos os pontos críticos de funcionamento, tanto das máquinas de injeção, como de outros equipamentos.

| GRUPO Simoldes Plástico Distribuição | | TPM - Manutenção Produtiva Total Checklist de Inspeção inicial | |
|---|--|---|--------------------------|
| Data início: | <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> | Sem. | <input type="text"/> |
| Participantes: | <input type="text"/> | | |
| Equipamento / Posto a ser Inspeccionado: | <input type="text"/> | | |
| Inspeção do Equipamento | Sim / Não NA | Nº das Ocorrências | |
| Pintura Degradada / Empernos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Fugas / Acessos de Óleo | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Vibrações Excessivas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ruidos Excessivos / Fora do Normal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Parafusos Desapertados (Tampas e Protecções) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Seguranças Desactivadas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Sujidade | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Protecções Mecânicas Danificadas (Portas e Acrílicos) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Iluminação / Ventilação avariada ou ausente | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Acessibilidade | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Cabelagens degradadas / desorganizadas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Total: | <input type="text"/> | | |
| Concluído | <input type="text"/> | | |
| Data Fim: | <input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/> | Sem. | <input type="text"/> |
| Obs: Documentar sempre com Fotografias | | | |

Figura 18-Checklist de Inspeção Inicial (Fonte: Simoldes, 2016)

É importante registar o nome de todos os participantes presentes na reunião, de forma a, mais tarde, durante a resolução dos problemas, caso existam dúvidas, estas possam ser esclarecidas pelas mesmas pessoas que denunciaram as anomalias. Para além disso, torna-se gratificante para o operador saber que a sua voz foi ouvida e que o problema que identificou foi resolvido ou está a ser levado a cabo.

- **Passo 4: Verificação e deteção das anomalias**

Depois da formação prestada aos trabalhadores bem como a elaboração do *Checklist*, a fase seguinte é o levantamento das anomalias no chão de fábrica, junto do equipamento. À semelhança das fases anteriores, também aqui se deve ter o cuidado de envolver todos os departamentos e áreas intervenientes. Todos os participantes ajudam na busca dos possíveis problemas existentes, procura-se prestar atenção à voz do operador, pois é ele que permanece oito horas por dia junto do equipamento, conhecendo de perto o seu funcionamento e problemas existentes. Nesta fase, todas as anomalias são identificadas e registadas, sendo que ficam sempre documentadas com uma fotografia para melhor clarificar a situação descrita. Mais tarde, com a ajuda do *Checklist* de Inspeção Inicial (segunda página), presente na Figura 19, será possível comparar a situação antecessora com a melhoria obtida, de modo a possibilitar uma noção da evolução conseguida. Para além disso, é uma excelente maneira de divulgar por toda a restante fábrica a intervenção que irá ser feita com a aplicação do TPM.

| GRUPO Simoldes Plastic Division | | TPM - Manutenção Produtiva Total | |
|------------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|
| | | Checklist de Inspeção inicial | |
| Ocorrência Nº: | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| Descrição: | <input type="text"/> | | |
| Ação: | <input type="text"/> | | |
| Antes: | Data | Depois: | |
| | <input type="text"/> | | |
| | Responsável | | |
| | Concluído | | |
| | <input type="text"/> | | |

Figura 19-Checklist de Inspeção Inicial – segunda página (Fonte: Simoldes, 2016)

- **Passo 5: Discussão de soluções a implementar**

Uma segunda reunião é realizada, agora com o objetivo de debater e encontrar as soluções para os problemas levantados. Esta fase decorre junto do equipamento, para que se possa ter a percepção física da anomalia. Novamente com todos os intervenientes presentes é elaborado um *Brainstorm*, com a ajuda do *Checklist* já devidamente preenchido, são debatidas as melhores propostas de solução, garantindo que a solução encontrada satisfaz o interesse de todos, isto é, que se define uma solução ótima.

Todos os participantes dão a sua opinião sobre os problemas encontrados, procura-se prestar atenção à voz do operador, pois é ele que permanece oito horas por dia junto do equipamento e conhece o funcionamento do mesmo e os seus possíveis problemas.

Dependendo do tipo de anomalia, esta é atribuída aos diversos intervenientes, o tempo médio de resolução é definido, bem como a estimativa da data de conclusão (ex. Quem faz? Quando faz? Qual a duração da tarefa?).

Seguidamente a equipa tem de cumprir com as datas impostas para cada tarefa. Conjugando o trabalho entre os diferentes departamentos, paragens programadas são planeadas com alguma antecedência e, se for o caso, é encomendado o material necessário para a intervenção. Tudo isto de forma a concluir as tarefas dentro do tempo pré-estabelecido.

- **Passo 6: Implementação das ações de melhoria**

A presente etapa corresponde à aplicação das medidas e ações anteriormente definidas. Existe sempre o cuidado de respeitar tudo o que é *Standard* na fábrica. Isto é, as ações devem seguir um padrão, e tudo o que for realizado numa máquina deve ser válido para as máquinas com as mesmas anomalias.

Junto do equipamento ou posto de montagem é colocado um cartaz, onde são afixadas todas as páginas do *Checklist* de Inspeção Inicial, cartaz este usualmente chamado de A1 (ver Anexo II) o qual é afixado junto do equipamento. Desta maneira todo o trabalho é divulgado pela

comunidade da fábrica, possibilitando aos trabalhadores poderem acompanhar o desenvolvimento das ações levantadas. O *Checklist* que se encontra no A1, é atualizado ao longo das intervenções recebidas, a percentagem de conclusão é atualizada no decorrer do fecho das ações.

De modo a acompanhar todo o trabalho realizado pela equipa, realizam-se reuniões para visualizar a evolução das tarefas, ajudar a comunicação entre departamentos, analisar as tarefas que estão mais adiantadas e as que estão mais atrasadas, prestando um maior foco nas tarefas mais complexas, assegurando que a data de conclusão é respeitada. Esta etapa é a mais longa de todo o processo de implementação.

- **Passo 7: Estabelecimento de padrões de limpeza e manutenção**

Por fim, a última etapa, a consolidação do pilar da manutenção autónoma. Após a introdução do conceito TPM e do restauro dos equipamentos, torna-se necessário criar medidas para se manter as condições criadas, dar continuidade ao processo de melhoria contínua e, detetar precocemente futuras avarias ou anomalias. De forma a dar resposta a esta necessidade, a SP dispõe de um Plano de Manutenção Autónoma, que, através da criação de rotinas diárias, permite manter ativo o TPM.

Atribuindo aos operadores atividades simples de verificação dos equipamentos, de forma a incutir responsabilidades pela sua máquina ou posto, o Plano de Manutenção Autónoma assegura o acompanhamento diário do estado de funcionamento da máquina, incluindo atividades de verificação distribuídas ao longo da semana. O plano é igual em toda a fábrica, mas devidamente adaptado a cada máquina, sendo construído de forma a abranger todos os pontos importantes de funcionamento da mesma, de modo a evitar, através da verificação diária, interrupções de produção não planeadas motivadas por avarias.

De seguida, na Figura 20, é apresentado um pequeno extrato do Plano de Manutenção Autónoma de uma máquina de injeção plástica da fábrica. Neste extrato constam dois exemplos de verificações diárias: a ação número 2 e a ação número 3. A verificação número 2 corresponde à verificação do nível de óleo hidráulico da máquina (ação realizada no arranque de produção ou durante a mudança de molde) e a ação número 3 (verificada à segunda-feira), corresponde à verificação dos pontos de lubrificação da máquina. Cada uma destas verificações apenas é realizada uma vez por semana.

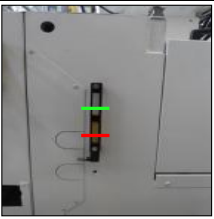
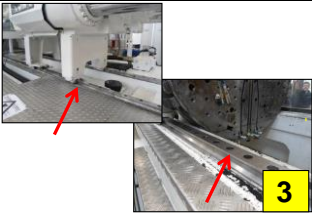
| Foto | Tarefa | OK | NOK | Semana: | | | | |
|---|---|-----|--------------------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | | | | Arranque / 1 ^o Mudança de molde | Seg | Ter | Qua | Qui |
|  | Verificar nível de óleo hidráulico | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | | NOK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
|  | Verificar pontos de lubrificação (unidade de injeção e fecho) | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | | NOK | <input type="checkbox"/> | | | | | |

Figura 20-Atividades de verificação do Plano de Manutenção Autónoma (Fonte: Simoldes, 2016)

O seu preenchimento é simples, as não conformidades são assinaladas com NOK, seguidamente o operador expõe o problema ao responsável de módulo, ficando este encarregue de proceder à elaboração dos pedidos de intervenção (PI's) ao departamento da manutenção.

Por sua vez, os técnicos da qualidade, no decorrer das suas atividades diárias de controlo de qualidade, devem verificar as ocorrências no MAC. Na existência de uma não conformidade, devem analisar se a avaria ou problema em questão põe em causa a qualidade das peças obtidas, aprovando ou não, no plano de manutenção da máquina, se esta afeta a qualidade das peças produzidas.

O plano é preenchido no turno das oito às dezasseis horas. No caso de existirem feriados ou interrupções, o operador que estiver no dia seguinte, terá como responsabilidade verificar os pontos de verificações anteriores, que não foram visualizados. No plano, consta um *Layout* da máquina com as tarefas numeradas nos pontos específicos de verificação, também estas identificadas na máquina através de placas numeradas. Desta forma, mesmo que o operador não esteja alocado permanentemente ao equipamento, conseguirá facilmente identificar no local todos os pontos de verificação. Na sexta-feira, no final do turno das oito às dezasseis, o responsável de módulo assume a responsabilidade de registar todos os dados presentes no plano e elaborar os pedidos de intervenção que ainda não estejam feitos. De seguida apaga o preenchimento do plano, de modo a que na semana seguinte esteja limpo e pronto para ser preenchido novamente.






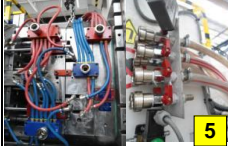
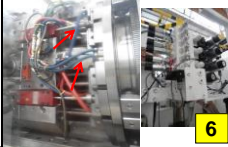



Os Planos de Manutenção Autónoma (PMA) sofreram algumas modificações. Procurando colmatar algumas dificuldades que estavam presentes no seu preenchimento, houve a necessidade de proceder a uma melhoria. O objetivo foi garantir uma resposta mais alinhada com as necessidades da fábrica. Anteriormente, o plano continha alguns pontos que apenas eram verificadas na mudança de molde. Porém, muitas vezes, as mudanças de molde ocorrem durante a noite ou em horas que não coincidem com o horário de preenchimento do plano. Então, em alguns casos o plano não estava a ser corretamente preenchido. Portanto decidiu-se juntar esta verificação também à segunda-feira, no arranque de produção semanal. Desta forma o operador ou verifica no arranque ou verifica na mudança de molde, garantindo que a verificação do ponto seja assegurada em qualquer situação. A revisão pode ser consultada e melhor entendida, através de um esquema presente no Anexo III.

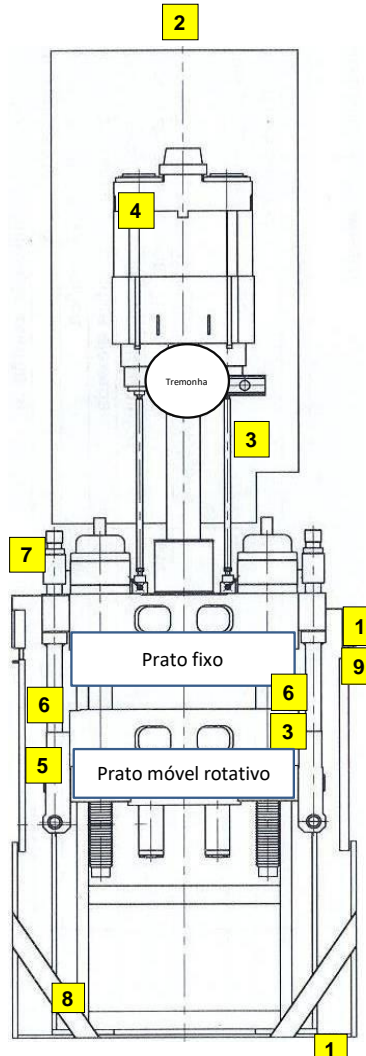
Esta atualização iniciou-se na SP e mais tarde abrangeu as restantes empresas do grupo de divisão de plásticos. Seguidamente, na Figura 21, é apresentado um Plano de Manutenção Autónoma, que foi concebido durante o presente projeto, para a máquina *ENGEL 600IV*, localiza na Nave 2.

Na consolidação do TPM, é essencial assegurar a sua continuidade. Deste modo, torna-se necessário garantir, que os operadores preencham o plano e o preencham de uma forma correta. Como forma de assegurar o rigor no cumprimento de todo o procedimento implícito ao PMA, é realizada uma auditoria interna todas as semanas. Este processo será detalhado no capítulo 3.5.2. Além disso, existe a necessidade de prestar formação⁴ contínua aos operadores. Tanto aos recém-chegados, como aos operadores já existentes na fábrica. É necessário dar a conhecer o plano, explicar o seu preenchimento e ensinar os procedimentos de verificação. Só assim é possível transmitir conhecimentos de manutenção autónoma, inculcando ainda

⁴ As formações são realizadas fora do horário laboral do operador, antes ou depois do horário do seu turno, dependendo do turno a que este pertence (3 turnos). As formações em média têm a duração de 1 hora.

responsabilidade para o preenchimento do PMA. Essas formações são realizadas no chão de fábrica, junto dos equipamentos. As formações visam explicar detalhadamente as diversas verificações do plano, elucidando de que maneira se verificam na máquina e como são preenchidas no plano. São transmitidos alguns conhecimentos de manutenção e funcionamento dos equipamentos, de modo a que, caso presenciem avarias, os operadores já saibam, ainda que com pouca certeza, a razão e origem da avaria.

|  | | EN 600 IV | | Semana: | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|-----|-----|--------------------------|-----|-----|--|--|--|
| | | Plano de Manutenção Autônoma | | Arquivo / 1ª | Seg | Ter | Qua | Qui | Sex | | | |
| Qualidade condicionada pelo estado da máquina (Tarefa NOK) Sim Não Rúbrica técnico da qualidade Rúbrica técnico da qualidade PI nº _____ _____ _____ | | Foto  | | Tarefa Verificar funcionamento dos sinais luminosos da máquina (Andon) | | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | |  | | Verificar nível de óleo hidráulico | | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | |  | | Verificar pontos de lubrificação (unidade de injeção e fecho) | | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | |  | | Verificar fugas de óleo na unidade de injeção | | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | |  | | Verificar fugas de água nas mangueiras de ligação ao molde | | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | |  | | Verificar fugas de óleo nas válvulas e mangueiras de ligação ao molde | | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | |  | | Verificar fugas de água no colector geral e fluxómetros | | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | |  | | Fuga de óleo na unidade de fecho | | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | |  | | Verificar temperaturas (comparar real com teórico, tol +/- 5°C) | | OK | <input type="checkbox"/> | | | | | |
| | | | | | | NOK | <input type="checkbox"/> | | | | | |

| | |
|--|--|
|  | |
|--|--|

No caso de detectar alguma anomalia o operador deverá avisar o responsável de módulo/supervisor ou técnico de afinação de imediato. Este deverá fazer o pedido de intervenção no MAC.
 O plano destina-se a ser preenchido durante o 2º turno.

Figura 21-Exemplo de um Plano de Manutenção Autônoma (Fonte: Simoldes, 2016)

3.5.2 Documentos auxiliares de acompanhamento da implementação do TPM na SP

❖ Documento A3 TPM

Este documento intitula-se de A3 ou relatório A3. No Anexo IV encontra-se um exemplar para possível consulta. É uma prática de gestão visual, pioneira da Toyota, onde o problema, análise, ações corretivas e plano de ação são escritos numa única folha de papel, de tamanho A3. Neste caso são apresentadas informações gráficas referentes aos pontos mais importantes do processo de aplicação da ferramenta TPM. A folha contém cinco pontos específicos: *Layout* do Progresso de Implementação, Fotografia da Equipa TPM, Plano de Manutenção Autónoma, Calendarização da Implementação do TPM e o Gráfico do Indicador de Eficiência RU_{TPM} .

O *Layout* do Progresso de Implementação é um mapa da fábrica onde estão apresentadas as máquinas ou equipamentos que se encontram na fase de implementação do TPM. De modo a distinguir o progresso dos diferentes equipamentos são preenchidos com diferentes cores. A cor amarela significa que o TPM ainda irá ser aplicado, a laranja quando já se encontra em desenvolvimento e a verde quando já se encontra aplicada. É uma boa forma de transmitir informação visual de fácil análise, uma vez que se consegue perceber, através das cores, o estado de implementação do TPM.

A Fotografia da Equipa TPM permite dar a conhecer os membros responsáveis pelo programa, nos diferentes equipamentos ou áreas de intervenção.

O Plano de Manutenção Autónoma, sendo o consolidar da ferramenta, é um ponto bastante importante, porque vai definir a correta continuidade do TPM na conservação do estado dos equipamentos e sobretudo no principal objetivo que é a eliminação dos diversos desperdícios. O documento A3 permite demonstrar o modelo usado para a elaboração da manutenção autónoma pelos colaboradores, apresentando as variadas verificações nos equipamentos.

A Calendarização provém de informação temporal da evolução da implementação e sequência de implementação do TPM. Disposto através de semanas, para cada equipamento, é possível analisar a data prevista para a implementação, a data correspondente à abertura do TPM e a data de fecho. Igualmente através de cores é possível distinguir a amarelo as ações que estão planeadas, a laranja as ações em desenvolvimento e a verde o que já se encontra concluído. O Gráfico do Indicador de Eficiência RU_{TPM} traduz quantitativamente o impacto do TPM na performance dos equipamentos. Com esta ferramenta podemos analisar se a metodologia está a ir no caminho correto, de modo a controlar o cumprimento dos objetivos anteriormente impostos.

Todos os meses a atualização deste documento é efetuada e divulgada a todos os envolvidos no processo de implementação. Este procedimento era o mesmo em todo o grupo da divisão de plásticos: Simoldes Plásticos, Plastaze e Inplás. A divulgação tem como objetivo dar a conhecer o desenvolvimento do TPM nas diferentes áreas de intervenção, possibilitando o acompanhamento da evolução da ferramenta, mesmo para uma pessoa que não esteja por dentro do assunto.

❖ Ficha de Auditoria TPM

Como referido anteriormente na fase 7 da implementação do TPM, a fase de consolidação é determinante para assegurar a correta continuidade da ferramenta. Na SP, através de uma abordagem sistemática e disciplinada, realiza-se o controlo do Plano de Manutenção Autónoma.

Para isso são realizadas auditorias internas todas as sextas feiras. O objetivo é verificar o cumprimento, eficácia e otimização dos controlos internos, de forma a ir ao encontro dos objetivos pretendidos, correspondentes à atuação na vertente de manutenção preventiva, invés da corretiva.

Aquando a realização da auditoria, existe o cuidado de envolver as partes auditadas (produção e qualidade). Esta abordagem permite criar transparência no processo, dar a conhecer instantaneamente os pontos OK/NOK presentes no plano e sensibilizar para o correto preenchimento e seguimento do plano por parte de todos os intervenientes. Além disso, as partes em questão, poderão justificar os resultados obtidos, sendo mais fácil, futuramente, melhorar os pontos não conformes. Também os operadores participam na auditoria expondo as suas dificuldades e dando sugestões de melhoria caso existam.

A ficha de auditoria é composta por sete tópicos distintos, os quais são verificados cuidadosamente durante o decorrer da auditoria. Esta ficha encontra-se disponível para consulta no Anexo V.

O primeiro ponto corresponde ao preenchimento do plano, onde se verifica se o mesmo se encontra preenchido na totalidade. O segundo ponto diz respeito à veracidade dos “OK” assinalados pelo operador, ou seja tem como objetivo analisar se as verificações assinaladas com OK correspondem à realidade encontrada no equipamento. Já o terceiro ponto é referente à veracidade dos “NOK” (anomalias), através do mesmo método, apura-se se os pontos assinalados com NOK correspondem à realidade encontrada naquele momento no equipamento. O ponto quatro é o controlo do registo de Pl’s correspondentes às anomalias/NOK. Ou seja, é verificado no MAC se o responsável de módulo procedeu à elaboração dos Pedidos de Intervenção referentes à semana decorrida.

No que diz respeito à manutenção da qualidade, um dos pilares do TPM, também esta é controlada na auditoria. Ao todo são analisados três pontos específicos. O ponto cinco verifica se o técnico da qualidade assinou o plano naquela semana. É a confirmação do técnico da qualidade para com a análise das avarias do ponto de vista da qualidade. O ponto seis verifica se esse preenchimento se encontra correto, averiguando junto da máquina se as peças rejeitadas advêm de problemas de manutenção. E por fim, o ponto 7 analisa a correta identificação da anomalia a afetar a qualidade, mais detalhadamente qual a origem do problema da rejeição.

Mudança na estratégia das auditorias

No início do ano de 2016, verificou-se que as máquinas presentes na Nave 5 eram as que possuíam uma maior taxa de avarias comparativamente com as da Nave 2 e 3. Por sua vez, também apresentavam piores resultados nas auditorias, provenientes dos maus resultados encontrados no plano de manutenção autónoma. Algumas razões para esse facto passam por serem máquinas de grande capacidade de fecho (tonelagem), que operam a elevadas pressões, possuindo uma maior complexidade. Atendendo a esses fatores proporciona fugas de óleo e problemas mecânicos mais frequentes, comparativamente com as máquinas de baixa tonelagem presentes nas Naves 2 e 3.

Deste modo, em janeiro de 2016, adotou-se uma medida para tentar contornar este problema, passando por prestar um maior foco neste conjunto específico de máquinas. Anteriormente o modo como se dispunham as auditorias era intercaladamente ao longo das semanas. Ou seja, na primeira semana do mês era realizada na Nave 5, na segunda semana na Nave 2 e 3,

seguidamente na terceira semana na Nave 5, continuando essa sequência. Ao todo resultava num total de duas auditorias mensais na Nave 5 e duas na Nave 2 e 3. Então, a medida adotada passou por elaborar, mensalmente, três auditorias na Nave 5 e uma na Nave 2 e 3. Dispondo as duas primeiras semanas para a Nave 5, a terceira semana para as Naves 2 e 3 e a quarta novamente para a Nave 5. Esta estratégia permitiu auditar com maior frequência as máquinas da Nave 5, dando origem a *Checklists* de inspeção mais frequentes e conseqüentemente mais ações de melhoria e correção decorridas nesses equipamentos, resultando num maior e melhor acompanhamento do seu estado de funcionamento.

Anteriormente, em novembro de 2015, as auditorias TPM tinham recebido outra atualização, que constava na verificação e registro das anomalias e ou componentes degradados fisicamente no equipamento, ao mesmo tempo que se verifica o ponto 4 da auditoria (registro dos pedidos de intervenção correspondentes aos NOK). Através de uma análise visual de todos os intervenientes e usando o *Checklist* de Inspeção, todas as ocorrências são documentadas através de fotografias, de modo a que mais tarde, quando estas forem colmatadas, possam ser compreendidas as melhorias e modificações realizadas.

Este procedimento garante um acompanhamento mais rigoroso ao estado de funcionamento dos equipamentos, prevenindo eventuais avarias e assegurando o seu correto funcionamento.

❖ Plano de seguimento das auditorias TPM

Posteriormente à elaboração das auditorias TPM semanais, uma grande quantidade de informação encontra-se disponível. Torna-se necessário analisar essa informação, referente a cada equipamento, de cada nave produtiva. Esse estudo baseia-se numa avaliação efetuada aos resultados das auditorias, permitindo demonstrar, de forma quantitativa, se os resultados obtidos são satisfatórios ou não. O objetivo deste estudo passa por perceber qual o equipamento, ou conjunto de equipamentos, que necessitam de uma maior atenção, no que diz respeito ao rigor no preenchimento do plano (execução pelo operador das atividades diárias), ou no acompanhamento do funcionamento por parte da manutenção. Assim, as máquinas que apresentem resultados menos satisfatórios irão receber um maior foco, às restantes será assegurada a sua continuidade.

Essa avaliação é elaborada através da pontuação total obtida na auditoria, que corresponde ao somatório da pontuação de cada ponto auditado (7 pontos), cada ponto auditado tem uma cotação específica apresentada na Tabela 1. O critério utilizado na atribuição do grau de importância de cada ponto medido na auditoria foi definido da seguinte maneira: os quatro primeiros pontos de verificação têm um maior peso, pois medem o desempenho da manutenção de 1º nível por parte do operador, o principal objetivo do Plano de Manutenção Autónoma.

Os restantes três pontos, medem o cumprimento e eficiência do procedimento das restantes áreas envolvidas, possuindo uma cotação mais baixa. No entanto, são igualmente importantes pois sem elas o procedimento não se alcançaria.

No final, procede-se ao somatório da pontuação, tendo em atenção a cotação de cada ponto. Assim, o total é conseguido através do cálculo da média ponderada.

| | | | Cotação |
|----------------|----|---|---------|
| Ponto auditado | 1. | Preenchimento do Plano | 0,21 |
| | 2. | Veracidade dos pontos OK | 0,21 |
| | 3. | Veracidade dos pontos NOK | 0,21 |
| | 4. | Registo dos PI's para NOK | 0,21 |
| | 5. | Preenchimento pelo técnico de qualidade | 0,05 |
| | 6. | Veracidade do preenchimento qualidade | 0,05 |
| | 7. | Correta identificação da anomalia | 0,05 |

Tabela 1-Pontuações de cada ponto auditado (Fonte: Simoldes, 2016)

Os resultados de cada equipamento são posteriormente avaliados segundo variáveis quantitativas discretas, através de uma escala de cinco níveis: “Mau”, “Não Satisfaz”, “Satisfaz Pouco”, “Satisfaz bem” e “Excelente”, cada nível corresponde a um intervalo específico que vai de 0 a 1 respetivamente. De acordo com a pontuação total obtida, um nível é atribuído. Na Tabela 2 está presente a correspondência da pontuação com os níveis de avaliação. Este método permite demonstrar facilmente o estado em que se encontra o equipamento.

| | | |
|-----------------|---------------|----------------|
| Pontuação Total | [0] | Mau |
| |]0 ; 0,25] | Não Satisfaz |
| |]0,25 ; 0,50] | Satisfaz Pouco |
| |]0,50 ; 0,75] | Satisfaz Bem |
| |]0,75 ; 1] | Excelente |

Tabela 2-Atribuição qualitativa a valores quantitativos (Fonte: Simoldes, 2016)

De forma a melhor compreender estas duas tabelas, seguidamente é explicado como são elaborados os cálculos referentes aos resultados das auditorias com base nesses critérios de avaliação. Ou seja, no geral, como é elaborado o Plano de Seguimento das Auditorias TPM.

A Tabela 3 corresponde a um pequeno extrato do Plano de Seguimento de Auditorias TPM. A título de exemplo, analisando o seu conteúdo, observa-se que na semana 2, a máquina EN700I obteve uma pontuação de 0,5714, na semana 3 a KM1000IV obteve um total de 0,7857 e na semana 10, as máquinas EN800I e EN800 II obtiveram um total de 0,6785.

No caso de serem avaliadas duas máquinas na mesma auditoria (máquinas da mesma gama, tonelagem e localização), como é o caso da auditoria à EN800I e II, se um ponto estiver conforme numa máquina e não conforme noutra, a pontuação nesse caso é dividida por dois, ou seja em vez de ser atribuído 1 (100%) é atribuído 0,5 (50%). De igual forma, se o ponto estiver não conforme é atribuída a pontuação de zero (0%).

|  Plano de seguimento auditorias TPM | | | | | | | | | | | |
|---|----------|---------------|--------------|----------------|----|----|----|----|----|----|-----------|
| 2016 | | | | | | | | | | | |
| Semana | Nave2/3 | Nave 5 | Resultado | Ponto auditado | | | | | | | Total |
| | | | | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | |
| 2 | EN 700 I | | SATISFAZ BEM | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5714286 |
| 3 | | KM 1000 IV | EXCELENTE | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,7857143 |
| 10 | | EN 800 I , II | SATISFAZ BEM | 0,5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,6785714 |

Tabela 3-Exemplo dos resultados obtidos em três auditorias TPM (Fonte: Simoldes, 2016)

Examinando novamente a Tabela 3, a máquina KM1000 IV, obteve uma pontuação de 0,7857 correspondendo a um “Excelente”, pois obteve pontuação superior a 0,75. O mesmo método é usado para as restantes máquinas.

Seguidamente, é realizado um estudo global, onde todos os resultados são reunidos num documento, nele consta a totalidade dos resultados obtidos em todas as máquinas da fábrica, ao longo de todas as semanas do ano. Procedendo à elaboração de um gráfico de dispersão (disponível para consulta no capítulo 4.3.2), onde é visualizada a linha de tendência obtida, traduzindo-se numa evolução positiva ou negativa, no que diz respeito ao rigor no preenchimento do PMA (rigor do cumprimento), ou ao estado de funcionamento e conservação dos equipamentos. Comparando os resultados obtidos com os resultados dos anos anteriores, permite entender se estamos perante uma evolução ou regressão, procedendo, se for o caso, às devidas ações corretivas

3.5.3 Métricas utilizadas na SP

- **Eficiência geral do equipamento**

De acordo com a revisão teórica apresentada no Capítulo 2, conclui-se que a maneira mais correta para quantificar a performance do TPM é através do cálculo da eficiência dos equipamentos (OEE).

Na SP é precisamente este o indicador usado para quantificação da eficiência dos seus equipamentos produtivos. Denominado internamente por RO (Rendimento Operacional), este inclui três fatores: RU (Rendimento de Utilização), RQT (Rendimento Quantitativo) e por último o RQL (Rendimento Qualitativo). Podendo este ser analisado num conjunto de máquinas, ou individualmente. A fórmula de cálculo encontra-se na equação (2):

$$RO = (RU \times RQT \times RQL) \times 100(\%) \quad (2)$$

Assim, o Rendimento de Utilização (RU) é a disponibilidade do equipamento, mais concretamente a percentagem de tempo que o equipamento está disponível para produzir. De acordo com a equação (3), a sua fórmula de cálculo é a seguinte:

$$\bullet \quad RU = 1 - \frac{TPP}{(TPP+TBP)} \times 100 \quad (3)$$

Onde:

TBP representa o Tempo Bruto de Produção.

TPP representa o Tempo Paragens Próprias (mudança de molde, avarias, início de produção, paragens para manutenção).

Por sua vez, o Rendimento Quantitativo (RQT) representa em percentagem a capacidade do equipamento produzir à sua velocidade de referência. Pode ser determinado pela fórmula da equação (4).

$$RQT = \frac{HT}{HR} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

HT é o Tempo de Ciclo Teórico.

HR é o Tempo Real.

Já o Rendimento Qualitativo (RQL) traduz em percentagem a qualidade das peças produzidas. De acordo com a equação (5).

$$RQL = 100 - \frac{PR}{PP} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

PR são as Peças Rejeitadas.

PP são as Peças Produzidas.

No contexto do presente trabalho, o objetivo passava por melhorar o coeficiente RU. Na SP foi criado um indicador específico para o TPM, tendo por base o RU padrão, mas agora restringindo-o nos vários tipos de paragens, ou seja, o indicador incide apenas sobre as paragens nas quais o TPM exerce influência e não sobre as paragens no seu todo. Intitulado de RU_{TPM} este é o indicador utilizado para quantificar o impacto do TPM na eficiência global dos equipamentos. A fórmula utilizada para o seu cálculo apresenta-se na equação (6).

$$RU_{TPM} = 1 - \frac{Paragens\ TPM}{(Paragens\ TPM + Time\ Vers)} \times 100(\%) \quad (6)$$

Onde,

Paragens TPM é a soma do somatório das Paragens da Produção com o somatório das Paragens da Manutenção.

Time Vers é o Tempo real que a máquina trabalhou.

As paragens incluídas na fórmula de cálculo são aquelas que podem ser afetadas pela aplicação do TPM. Na Tabela 4, pode-se observar a lista das diferentes paragens, a vermelho as que são usadas para o cálculo do RU_{TPM} .

| SECTOR | CL. | Descrição Paragem | |
|-----------|---------------|---------------------------------|--------------------------|
| PRODUÇÃO | 1A | Afinação | |
| | 1B | Espera Afinador | |
| | 1C | Afinação Periférico | |
| | 1D | Falta Operador | |
| | 1E | Falta Equipamento (Especificar) | |
| | 1F | Rendimento | |
| | 1G | Ensaios (Facturavel) | |
| | 1H | Limpeza Molde | |
| | 1I | Erro Operação | |
| | 1J | Arranque Semanal | |
| | 1K | M.P. Mal Estufada | |
| | 1L | Afinação Robot | |
| SMED | MUDANÇA MOLDE | 3A | Mudar Molde |
| | | 3B | Afinação Robot / M.Presa |
| | | 3C | Afinação Periférico |
| | | 3D | Afinação Arranque |
| | | 3E | M.P. Mal Estufada |
| | | 3F | Mudança não Planificada |
| | | 3G | Molde não Alocado |
| | | 3H | Limpeza do Fusão |
| | | 3I | Mudar Versão |
| | | 3J | Mudar Cor |
| LOGIST. | 4A | Falta Embalagem | |
| | 4B | Falta Acessórios | |
| | 4C | Falta M.P. | |
| | 4D | M.P. Trocada | |
| QUALIDADE | 5A | Paragem Qualidade (Especificar) | |
| MANUT. | 6A | Avaria Molde | |
| | 6B | Avaria Máquina | |
| | 6C | Avaria Robot | |
| | 6D | Avaria Periférico | |
| | 6F | Falta Energia | |
| TNA | 2A | Paragem Técnica | |
| | 2B | Fim Semana | |
| | 2C | Ensaios (Interno) | |
| | 6E | Manutenção Programada | |

Tabela 4-Códigos de paragens da fábrica (Fonte: Simoldes, 2016)

Desta forma, as Paragens TPM são calculadas através da equação (7):

$$\text{Paragens TPM} = (1A + 1C + 1H + 1L) + (6A + 6B + 6C + 6D) \quad (7)$$

Para o presente caso de estudo, que incide na implementação do TPM nos postos de montagem da Nave 3, a fórmula de cálculo usada para o RU_{TPM} difere ligeiramente da fórmula genérica das máquinas de injeção apresentada anteriormente, pelo facto das paragens serem na sua essência, ligeiramente diferentes. De modo a contextualizar melhor este pormenor, seguidamente na Tabela 5, é apresentada a fórmula de cálculo e as paragens correspondentes aos postos de montagem da fábrica.

Para todas as paragens existentes na empresa, existem códigos diferentes para cada sector que codificam o tipo de paragem. Contudo, para medir a influência do TPM, apenas foram consideradas as paragens sobre as quais este exerce influência. No caso das linhas de montagem temos as seguintes paragens e fórmula de cálculo correspondente:

| Paragens TPM - Linha de Montagem | |
|---|---|
| 1C | Afinação Periférico |
| 1N | Limpeza Periférico |
| 3L | Mudança de Ferramenta |
| 6B | Avaria de Máquina |
| 6C | Avaria de Robot |
| 6D | Avaria Periférico 1 |
| 6G | Falta de Peças (causa Manutenção) |
| 6H | Falta de Ar Comprimido |
| 6G | Falta de Peças (causa Manutenção) |
| 6I | Avaria Periférico 2 |
| 6J | Avaria Periférico 3 |
| 6L | Avaria Periférico 4 |
| 6M | Avaria Periférico 5 |
| RU TPM = | 1- $\frac{(1C+1N+3L+6B+6C+6D+6G+6H+6G+6I+6J+6L+6M)}{(1C+1N+3L+6B+6C+6D+6G+6H+6G+6I+6J+6L+6M) + \text{Time Vers}}$ |

Tabela 5-Fórmula de cálculo e paragens TPM dos postos de montagem (Fonte: Simoldes, 2016)

- **Análise da Eficiência da Manutenção**

Para que a Manutenção apresente o seu ótimo funcionamento na fábrica, é importante fazer a sua correta gestão. Desta forma, são usados alguns indicadores para avaliar a sua eficiência. Na SP são analisadas a Fiabilidade e Manutibilidade.

- **MTBF (Mean Time Between Failures):** Exprime o tempo médio entre avarias de um determinado equipamento. Ou seja, é a média do tempo total decorrido desde que ocorreu uma avaria até que volte a ocorrer novamente, numa determinada máquina. Permite avaliar a fiabilidade do equipamento (Cabral, 2006).

Na SP este indicador calcula-se através da fórmula da equação (8):

$$MTBF = \frac{\text{Tempo disponível}}{\text{Número de Paragens}} \quad (8)$$

Onde,

Tempo disponível: Corresponde ao tempo total de funcionamento. É a soma do número total de horas trabalhadas com o TNA-2B e o TPP (variáveis disponíveis na Tabela 4).

TNA-2B: tempo não afetado à produção (paragens técnicas, ensaios, manutenção programada). Onde 2B correspondente a paragens de fim-de-semana.

TPP: tempo de paragens próprias.

Número de Paragens: Corresponde ao somatório das paragens da Manutenção: 6B, 6C, 6D e 6A. De acordo com a Tabela 4 apresentada anteriormente.

- **MTTR (Mean Time To Repair):** Exprime o tempo médio de reparação de um determinado equipamento, ou seja, o tempo médio desde que ocorreu a avaria, até que esta seja reparada, de modo a que o equipamento esteja em condições para laborar novamente.

Avalia a Manutibilidade, por outras palavras, a rapidez e facilidade com que a avaria é reparada (Cabral, 2006).

Na SP, no que toca ao indicador MTTR, o *software* da gestão da manutenção MAC permite obter um valor referente ao MTTR, contudo sabe-se que este valor não deve ser utilizado para tomar decisões, pois a base de cálculo do software prende-se com uma base de dados que é preenchida manualmente pelos técnicos da manutenção e que à data não é alimentada de forma contínua, não estando por isso atualizada. Desta forma, não serão apresentados valores quantitativos do MTTR.

Para além disso, na presença de avarias complexas, que necessitem de componentes especiais e que levem alguns meses até se encontrarem prontos para a substituição, o MTTR vai ser negativamente influenciado. A Ordem de Trabalho irá ficar pendente por causa desses componentes, haverá um determinado tempo de espera, que irá agravar negativamente o indicador.

3.5.4 Auxílio da ferramenta 5S no desenvolvimento do TPM

Funcionamento da metodologia na SP

No início do presente projeto, a metodologia 5S já era aplicada na fábrica há alguns anos. Existe um responsável encarregue desta ferramenta, chamado internamente de Piloto 5S da fábrica. Esse responsável tem como função garantir o cumprimento e organização da metodologia em todos os departamentos da fábrica. Entre outras funções está encarregue de proceder à gestão das equipas 5S, gestão de material usado nas melhorias, organização de reuniões, execução de auditorias internas, apoio às diferentes equipas 5S e transmissão de resultados à direção da fábrica.

Foram criadas equipas 5S correspondentes a cada um dos departamentos e módulos de produção. Foi definido um responsável por cada uma dessas equipas, também ele chamado de piloto. Ao longo do presente projeto, foi integrada a responsabilidade de piloto 5S na área de Manutenção da fábrica.

Foi criada uma equipa 5S da manutenção, constituída por um elemento representante de cada área da manutenção. Deste modo possibilitando a sintonia de ideias entre todos, no que diz respeito à aceitação de sugestões e ideias de melhoria no departamento da manutenção.

Método de trabalho

No início, cada um dos departamentos recebeu uma espécie de “Safari”, que na sua essência é uma pequena auditoria, organizada pelo piloto 5S da fábrica, onde consta a participação de todos os outros pilotos 5S de cada departamento. Permite mostrar, aos diversos intervenientes, o funcionamento das auditorias, e ao mesmo tempo verificar eventuais problemas existentes na área, passíveis de serem resolvidos. Essas melhorias podem ser no âmbito das diferentes etapas da metodologia, desde a eliminação de algo, ordenação de áreas ou equipamentos, limpezas, normalizações e rigor nos procedimentos.

Seguidamente, todo o trabalho é elaborado autonomamente por cada departamento. No caso da equipa da manutenção, esta é reunida semanalmente, com o objetivo de apresentar os avanços conseguidos, dificuldades encontradas na elaboração do trabalho e discussão das ações fechadas ou em curso. No final, através do *Brainstorming*, obter sugestões de melhoria. Este acompanhamento permanente, permite uma maior entreeajuda entre todos os membros da

equipa, inculindo um sentimento de responsabilidade e interesse pelo trabalho a ser levado a cabo.

As ações 5S são apresentadas num plano de ações para cada departamento, onde estão presentes todos os pontos a melhorar que foram anteriormente observados na auditoria interna. Identicamente ao que é usado no TPM, o plano de ações é acompanhado por fotografias do estado antecedente e posterior à aplicação da melhoria, de modo a ser possível a elaboração de uma comparação e um melhor entendimento da evolução obtida.

Auditorias internas

As auditorias mensais têm como principal objetivo proceder a uma avaliação da performance das equipas 5S e também do impacto da aplicação da metodologia em toda a fábrica, mais concretamente em cada departamento.

As auditorias mensais são interdepartamentais, elaboradas pelo piloto geral 5S da fábrica, juntamente com o piloto responsável da área a ser auditada. De forma a organizar todas as auditorias ao longo do ano, foi criada uma calendarização, com as datas correspondentes à realização das auditorias nos diversos departamentos e módulos.

A conceção da auditoria resume-se à avaliação dos 5S (Eliminar, Ordenar, Limpar, Normalizar e Rigor), cada "S" tem uma pontuação máxima de 30 pontos, perfazendo no total 150 pontos. Cada "S" tem 3 critérios de avaliação específicos, de acordo com o seguinte exemplo apresentado na Tabela 6:

| 5S | Nº | Critério de avaliação | Exemplos |
|----------|-----|--|---|
| Eliminar | 1.0 | Não existem materiais desnecessários nos postos de trabalho ou na sua área circundante, embora que necessários são de pouca utilização e que existem zonas de armazenamento? | Sacos; caixas; paletes; corantes; componentes; matéria prima; sprays; desperdício; peças soltas; etiquetas; etc |
| | 1.1 | Não existem equipamentos nos postos de trabalho, embora que necessários são de pouca utilização e que existem zonas de armazenamento | Periféricos; Ferramentas; peças; etc... |
| | 1.2 | Não existe informação desnecessária, duplicada ou desactualizada; ou em mau estado no posto de trabalho | Formulários, etiquetas, instruções de trabalho, ordens de fabrico; arquivo, ajudas visuais |

Tabela 6-Critérios de avaliação para o ponto Eliminar

A pontuação atribuída a cada critério de avaliação varia entre 0 a 10 pontos. Um resultado de 0 pontos corresponde à presença de 6 ou mais itens não conformes, a atribuição de 5 pontos corresponde à deteção de 3 a 6 itens não conformes e, a atribuição de 10 pontos, significa que 2 ou menos itens encontram-se não conformes.

Seguidamente, procede-se ao somatório da pontuação obtida em cada critério de avaliação, nas 5 categorias. Cada categoria alcança um resultado, sendo este apresentado, através de um diagrama *teia de aranha*, como mostra o exemplo da Figura 22.

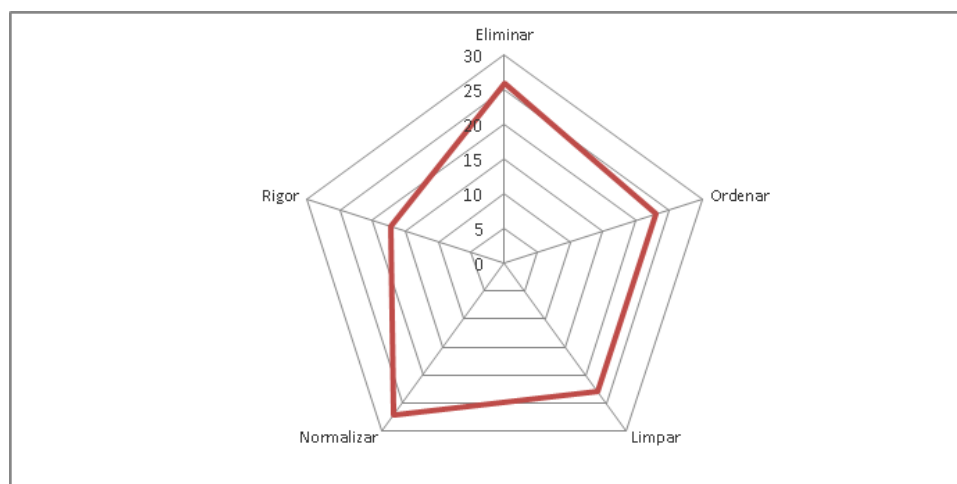


Figura 22-Diagrama "teia de aranha" referente aos resultados das 5 categorias

Assim, é possível entender qual é a categoria que apresenta um melhor desempenho, consequentemente a que apresenta piores resultados, e por isso precisa de uma maior atenção.

Seguidamente obtém-se o resultado final da auditoria, que se calcula através da média da pontuação total obtida nas 5 categorias. Ou seja, é soma da pontuação de todas as categorias, dividida pelo total da pontuação máxima possível (150 pontos). O resultado é apresentado em forma percentual. De seguida, é apresentado um exemplo, onde se mostra de forma prática o cálculo da pontuação através da equação (5), com base num exemplo de pontuação obtida:

Eliminar: 0 + 5 + 10 = 15 pontos

Rigor: 0 + 10 + 10 = 20 pontos

Normalizar: 10 + 10 + 10 = 30 pontos

Limpar: 10 + 5 + 5 = 20 pontos

Ordenar: 10 + 10 + 0 = 20 pontos

$$\text{Resultado da auditoria} = \frac{(15+20+30+20+20)}{(5*30)} * 100 = 70\% \quad (5)$$

Por último, é realizado um estudo geral, incluindo todos os departamentos da fábrica. Agora contabiliza-se o resultado final obtido em cada departamento, esses resultados são dispostos num gráfico (Figura 23). Normalmente é atribuído um valor objetivo mensal ou anual, que permite auxiliar o piloto geral 5S, na atribuição de uma maior atenção aos departamentos que apresentem piores resultados, e por isso, necessitem de um maior apoio na execução das ações de melhoria dentro do prazo pré-definido.

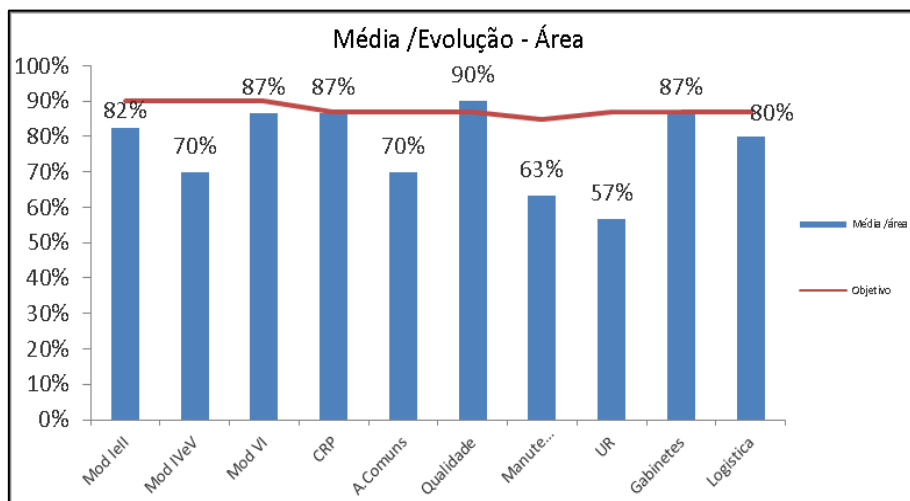


Figura 23-Exemplo de resultados gerais de cada departamento

Além da quantificação dos resultados, também o registo fotográfico é determinante no desenvolvimento do 5S. Desta forma, é fácil entender o estado antecedente e o estado posterior à aplicação das melhorias, sendo esse registo um bom indicador visual do 5S. Para além disso é importante divulgar todo o trabalho realizado aos restantes membros da fábrica. Assim todos podem contribuir positivamente na melhoria geral do 5S.

Este conjunto de ferramentas utilizadas são a melhor maneira de quantificar a evolução da aplicação da metodologia, pois permite avaliar o impacto do 5S nas suas cinco diferentes categorias, em cada departamento e de uma forma global na fábrica.

CAPÍTULO 4 – O CASO DE ESTUDO

A ferramenta TPM, é uma das várias ferramentas de melhoria contínua existentes na SP, existe uma grande preocupação com a filosofia *Lean Manufacturing* e as suas metodologias associadas. Assim, através do envolvimento de todos, o TPM tem sido uma ferramenta que tem estado muito presente no chão de fábrica, e que é suportada pelo departamento da manutenção. Através de uma equipa dedicada a tempo inteiro, conduzida por um piloto, cargo esse que se enquadrou no estágio efetuado.

Tratando-se de uma metodologia de melhoria contínua, a empresa tem planos para continuar o desenvolvimento do TPM em todos os outros equipamentos e Naves produtivas. Além disso, é essencial que exista um acompanhamento e seguimento de todo o trabalho anteriormente elaborado de modo a que a ferramenta tenha continuidade e sucesso.

Desta forma, o presente projeto teve por base várias fases que teriam de ser alcançadas para se conseguir atingir o objetivo principal, nomeadamente:

- Prestação de apoio central às empresas da Divisão de Plásticos do grupo Simoldes em Portugal, no projeto de implementação do TPM;
- Seguimento da ferramenta TPM na Simoldes Plásticos;
- Manter ativo o seguimento dos Planos de Manutenção Autónoma na Simoldes Plásticos;
- Assegurar informação quantitativa e qualitativa no sistema de gestão da Manutenção;
- Fornecer suporte à ferramenta 5S no departamento da Manutenção da Simoldes Plásticos;
- Quantificação do desempenho da ferramenta TPM, através do cálculo dos indicadores MTTR, MTBF dos equipamentos de produção.

Ao longo da exposição do caso prático, serão observadas as ações desenvolvidas e realizadas de forma a atingir os objetivos propostos (com resultados positivos) e ainda, a interação necessária entre os diversos departamentos para o desenvolvimento de todo o trabalho.

No início do estágio, houve um período de integração. Nesse período ocorreu uma apresentação detalhada aos vários setores existentes na fábrica, elucidado o papel de cada um para a contribuição da atividade da empresa e dado a conhecer os diferentes membros da empresa. Naturalmente o departamento da Manutenção recebeu um maior foco, pois foi onde se desenvolveu o presente trabalho.

Mais tarde outras empresas da Divisão de Plásticos foram apresentadas em detalhe (Inplás e Plastaze), onde foram dados a conhecer os planos de implementação do TPM nas diversas empresas, bem como as pessoas responsáveis por este.

4.1 Planeamento e estado inicial do TPM

O projeto de implementação do TPM na Simoldes Plásticos iniciou-se em março de 2011 e terminou em abril de 2013. O arranque TPM teve início numa máquina piloto, a *KraussMaffei 300 I* localizada na Nave 3, após a elaboração de uma calendarização estendeu-se a todas as restantes máquinas de injeção.

No começo do presente projeto, o TPM já se encontrava implementado em toda a área produtiva da SP. Contudo, em 2014, a fábrica tinha recebido máquinas de injeção novas, sobre as quais a organização sentiu necessidade de aplicar a metodologia, à semelhança dos equipamentos anteriores. Desta forma, no início do presente projeto, o TPM encontrava-se na etapa 6 de implementação (segundo a metodologia de implementação adotada pela SP), sendo

que o âmbito deste trabalho foi dar continuidade ao seu desenvolvimento. Assim, uma das atividades realizadas nesse âmbito, passou por criar os respetivos Planos de Manutenção Autónoma para essas máquinas.

No que diz respeito aos postos de montagem existentes na Nave 3, havia a necessidade de proceder à implementação do TPM (Layout da fábrica na Figura 12). Esta tinha sido adiada até à data, pela razão da direção optar por adaptar esses postos de trabalho, de modo a receber novos projetos impostos pelos clientes. A oportunidade de proceder à implementação da metodologia foi confirmada no início do ano de 2016, agora com a estabilização de *Layout* e com todas as condições necessárias para a sua correta aplicação.

Relativamente às restantes áreas produtivas, concretamente nas Naves 2, 3 e 5, o âmbito do presente projeto passou por dar o seguimento do TPM, através da elaboração de auditorias semanais, que asseguravam o controlo do preenchimento do plano de manutenção desses equipamentos e análise do seu estado de funcionamento. Foi decidido prestar uma maior atenção na Nave 5, por esta possuir máquinas de maior dimensão e complexidade, e que, comparativamente às restantes máquinas da fábrica, apresentavam um desempenho menor. Paralelamente à realização de auditorias TPM semanais, foram também elaborados programas de restauro em algumas máquinas específicas da Nave 5, de forma a assegurar uma resposta mais eficiente aos problemas encontrados na realização das auditorias.

Na área da manutenção existia a necessidade de criar condições para garantir uma resposta mais rápida e eficiente à produção. A comunicação entre os dois departamentos é assegurada através de um sistema de gestão de informação da manutenção (MAC). Por vezes, a qualidade da informação encontrada nos pedidos de intervenção realizados à manutenção não era a melhor, assim como a introdução de informação qualitativa e quantitativa por parte dos membros da manutenção. O presente projeto teve como objetivo melhorar essa comunicação, na ótica do rigor na utilização do *software*, mais precisamente no preenchimento dos formulários e menus do programa. Tanto no sentido produção-manutenção, como no inverso.

Por outro lado, existia a necessidade de prestar alguma atenção na gestão de *stocks* do armazém da manutenção e restantes áreas. Essas ações 5S irão ser explicadas em detalhe no capítulo 4.2.3.

Relativamente às restantes empresas da divisão de plásticos, o TPM ainda se encontrava na fase de implementação. Na Inplás, os postos de montagem encontravam-se próximos da sua finalização, ao mesmo tempo que as máquinas de injeção ainda tinham um longo caminho até à sua conclusão. O cenário na Plastaze era o oposto, a implementação nas máquinas de injeção encontrava-se prestes a terminar e os postos de trabalho encontravam-se ainda sem receber a metodologia.

Os resultados apresentados dizem respeito apenas ao período decorrido durante o estágio, pelo que alguns casos de implementação podem ainda estar por finalizar. A calendarização da implementação do TPM nos postos de montagem da SP encontra-se no Anexo I.

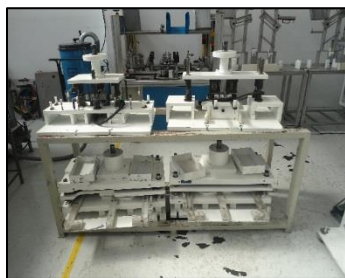
4.2 Descrição dos problemas e ações de melhoria implementados

4.2.1 Postos de Montagem da Nave 3, Simoldes Plásticos

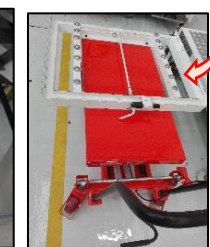
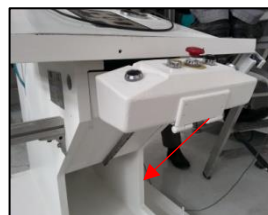
Descrição da situação

Ação de Melhoria

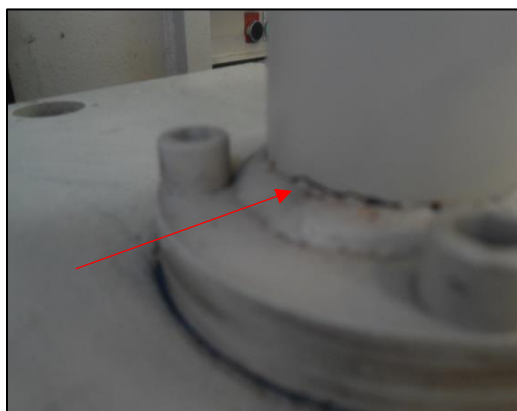
NAVE 3-Posto 4



Existia dificuldade na troca das ferramentas da prensa. Era necessário utilizar um empilhador para efetuar o transporte das diversas bases utilizadas na prensa. Este danificava as próprias bases bem como a própria prensa. O facto de se ter de usar o empilhador provocava paragens demoradas.



Foi elaborada uma modificação na prensa, de modo a criar possibilidade de rebater a consola de controlo. Aquisição de carro elevatório e adaptação de esferas de deslocamento linear, possibilitando a troca de ferramenta pelo próprio operador. Aumentando a segurança e prevenindo o desgaste prematuro tanto da prensa como das ferramentas.



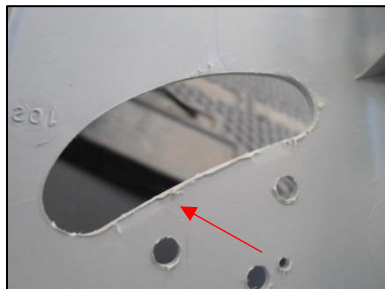
Anomalia detetada em uma das ferramentas usadas na prensa. A peça de fixação da ferramenta à prensa encontrava-se com as soldaduras fissuradas. Existia um risco eminente de acidente, uma vez que no caso de a soldadura partir, a ferramenta deixa de estar fixa e pode vir a cair sobre o operador.



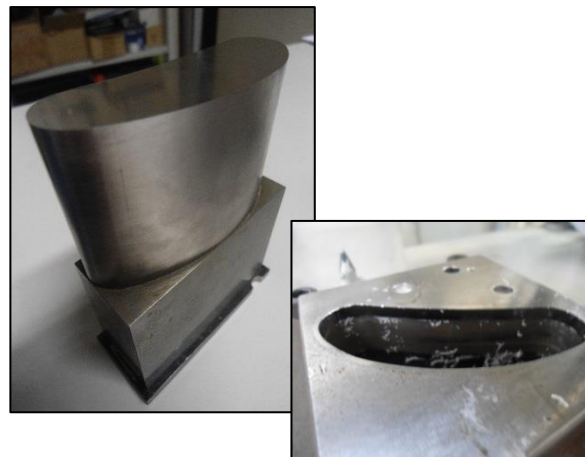
Efetuiu-se um restauro integral da peça, procedeu-se à remoção da solda fissurada e efetuou-se uma nova soldadura. Pintura da peça da cor *Standard* (branco). Com esta ação obteve-se maior segurança para o operador, para além de evitar-se uma futura paragem prolongada. Evitando tempo de improdutividade.

Descrição da situação

Ação de Melhoria



As peças produzidas através de uma ferramenta específica do Posto 4 estavam a apresentar rebarba na superfície cortada da peça, comprometendo a sua qualidade. Concluiu-se que as matrizes de corte estavam a cortar com dificuldade a superfície plástica.



Procedeu-se a uma retificação dos cortantes e Matriz da ferramenta de corte. Com esta solução a rebarba da peça desapareceu e problemas internos de qualidade desta peça específica desapareceram.



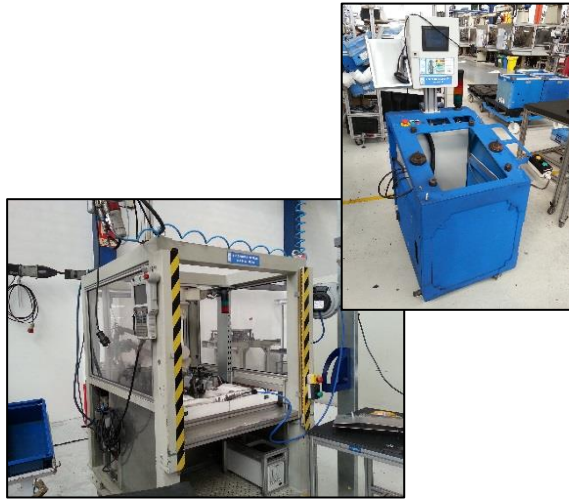
O gerador de ultrassons do Sonotrodo por vezes deixava de funcionar inesperadamente. Através de uma análise mais cuidada conclui-se que o problema tinha origem no sobreaquecimento proveniente da acumulação anormal de lixo nos ventiladores.



Foi criado um sistema de filtração do ar dos ventiladores, através da aplicação de um filtro específico, de modo a ser fácil a sua remoção para posterior limpeza. Um sistema de gaveta foi aplicado na grelha perfurada, de modo a ser fácil a sua remoção/aplicação. Assim, eliminaram-se pequenas paragens resultantes do sobreaquecimento do gerador. Aumentando ainda a sua vida útil.

Descrição da situação

Ação de Melhoria



A pintura tanto da cabine do robot como nos periféricos encontrava-se degradada. Alguns periféricos, como o de verificação de peças, estava pintado com uma cor não *Standard* (azul).



Procedeu-se à pintura de todos os equipamentos, na cor *Standard* da fábrica (branco). Aplicaram-se sinalizadores de segurança homologados. A pintura branca permite identificar melhor as fugas de óleo. Permite um contraste facilmente visível entre o óleo e a superfície branca.



O periférico de verificação não tinha iluminação suficiente. Os operadores queixavam-se que aquando a verificação das peças, tinham pouca luminosidade para efetuarem o trabalho. Para além disso a bancada ao lado tinha uma iluminação que não era necessária.

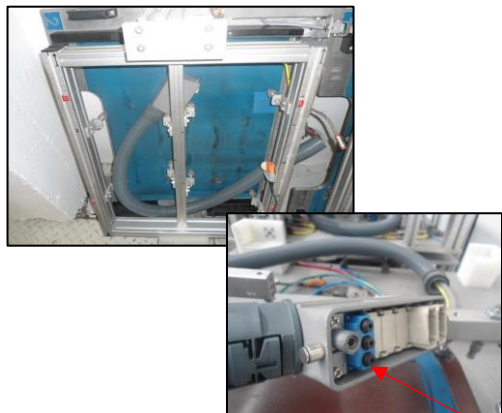


A luz da bancada foi retirada e transferida para o periférico de verificação. Os operadores acharam que seria melhor para o seu trabalho, uma vez que a bancada não necessita de tanta luz como o periférico.

Descrição da situação

Ação de Melhoria

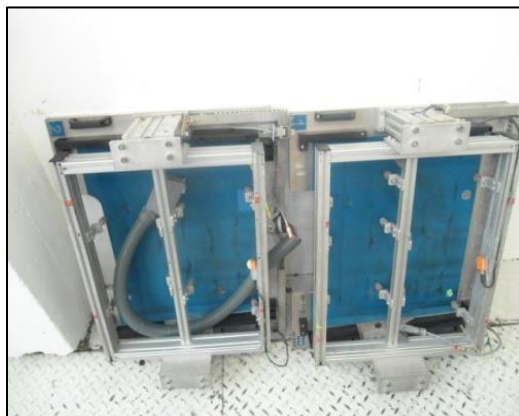
NAVE 3 – POSTO 24



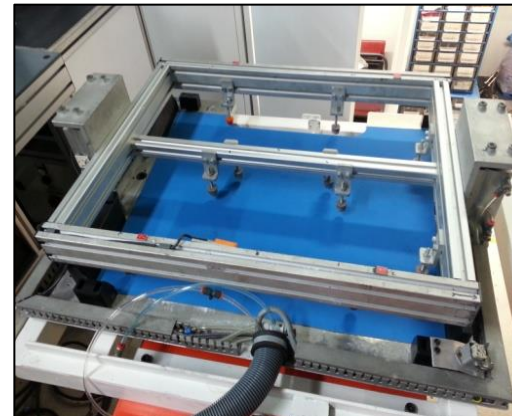
O Robot ficava demasiado tempo à espera do destranque da ferramenta. Esta situação acontecia por apenas existir uma derivação pneumática para as duas bases, fazendo com que não atuassem os dois ao mesmo tempo, mas sim um de cada vez. Resultando num elevado tempo de espera por parte do Robot.



Foi acrescentado um acessório pneumático na ficha HARTING, desta forma fica disponível uma derivação pneumática independente para cada base, com o objetivo de o processo ser mais rápido e o robot espere menos tempo. O tempo de ciclo de produção foi diminuído.



As ferramentas GLC (usadas na cabine do robot) encontravam-se com alguns problemas, entre eles o excesso de sujidade, no geral estavam danificadas, alguns acessórios degradados e desapertados.



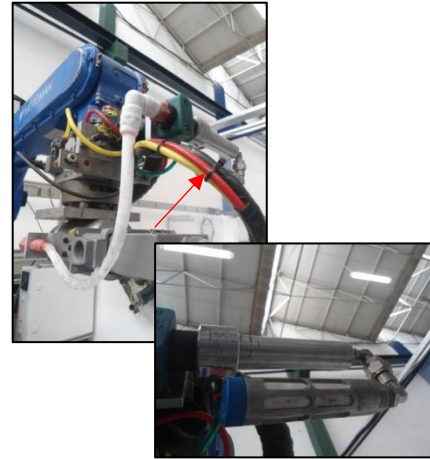
Foi criada uma rotina de limpeza na ficha 5S do posto de trabalho, de forma a garantir a sua limpeza. Procedeu-se a um restauro geral da ferramenta. Esta recebeu sensores de posição novos, ligações pneumáticas e de sinal revistas, aplicação de tapete BRANSON, substituição de calçadores e lubrificação dos cilindros pneumáticos.

Descrição da situação

Ação de Melhoria



Detetou-se caudal de ar frio ineficiente na ponteira do Sonotrodo (soldadura por ultrassons). Este não conseguia fazer a refrigeração correta, pelo facto do Vortex (aparelho refrigeração de ar) instalado estar avariado. Houve um aumento do tempo de soldadura dos pontos na ferramenta GLC, aumentando o tempo de produção.



Para colmatar esta situação foi instalado um Vortex adequado à necessidade, permitindo o correto arrefecimento do sonotrodo. O robot demorou menos tempo na soldadura dos pontos, pois o sonotrodo funciona agora corretamente, permitindo efetuar as soldaduras sem interrupções.



O aspirador da cabine do robot não tinha a potência necessária para a correta aspiração das aparas plásticas provenientes de um processo existente neste posto. A causa era o excesso de sujidade e acumulação de detritos no depósito de armazenamento.



O filtro do aspirador foi limpo, a sujidade do depósito de retenção foi eliminada. De forma a prevenir esta situação foi criada uma rotina de limpeza na ficha 5S do posto de trabalho. O aspirador foi transferido para um local mais apropriado, junto da parede, a fim de criar mais espaço no posto de trabalho.

4.2.2 Máquinas de Injeção Plástica – Simoldes Plásticos

De seguida serão apresentados exemplos de ações TPM levadas a cabo através das auditorias realizadas às Naves produtivas 2,3 e 5. De certo modo não se enquadram no âmbito de implementação TPM dos postos de montagem, mas fazem parte do processo de melhoria contínua da fábrica, que é auxiliado através das auditorias TPM semanais, explicadas em detalhe anteriormente. Algumas das implementações descritas de seguida, correspondem a ações de Standardização, ou seja, ações que seguem um padrão resultante de medidas anteriormente aplicadas em outras máquinas produtivas. O caso específico da KM 1600 I, resultou de uma intervenção profunda que foi planeada e incluída nos objetivos e calendarização do TPM para 2016. Trata-se de uma máquina que tem pouca disponibilidade (em termos de carga produtiva) para elaborar intervenções e é um equipamento que apresentava um desempenho menor, comparativamente com os restantes equipamentos da Nave 5.

NAVE 5 – KM 1600 I



Existia falta de acesso visual para o interior das bombas hidráulicas. Na necessidade de visualizar as bombas hidráulicas, é necessário desapertar os painéis e remove-los manualmente. Os painéis encontravam-se empenados.



Foram criadas janelas nos painéis laterais da máquina de injeção. Janelas em acrílico com iluminação LED no interior. Estas ações aumentaram a Manutibilidade, sendo agora mais fácil visualizar o interior da máquina, na intensão de identificar eventuais fugas de óleo. Agora já não é necessário retirar os painéis.

Descrição da situação

Ação de Melhoria



Óleo hidráulico aparecia com frequência na unidade de injeção. Aquando a paragem da máquina foram efetuados testes que possibilitaram concluir que a fuga de óleo provinha do cilindro hidráulico de movimento de avanço do cilindro de injeção.



A haste do cilindro encontrava-se com algum desgaste, pelo que foi necessário efetuar uma nova cromagem. Também os *Orings* foram substituídos. A fuga de óleo desapareceu, o óleo deixou de aparecer na unidade de injeção.



O sequencial (Caixa branca ilustrada na imagem) não estava acessível aos técnicos, aquando a mudança de molde. Durante esse processo é necessário interagir com o comando da máquina e o sequencial ao mesmo tempo. Pelo que na posição presente não era de todo acessível para o seu fácil manuseamento.



O sequencial foi transferido para o topo, junto ao comando da máquina, de forma a ser possível o seu manuseamento de uma forma mais acessível. As caixas de aquecimento do Molde (caixas laranja) foram todas elas juntas e organizadas num único sítio. A estrutura que dá suporte a estes equipamentos teve de ser alterada de forma a dispor as caixas na forma ilustrada.

Descrição da situação

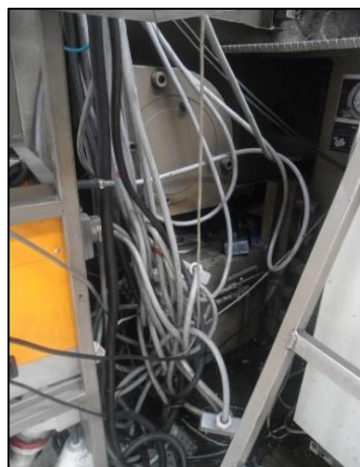
Ação de Melhoria



Para além de já existirem corrimões, que de certa forma facilitam o acesso à tremonha, faltava o acesso em altura. Para além disso a bomba de vácuo, encontrava-se no caminho, pelo que o operador tinha de a deslocar manualmente, de forma a poder aceder à tremonha.



Foi criada uma plataforma de acesso à tremonha com escadas. Agora já se torna possível aceder à tremonha em segurança e com comodidade. Também a bomba de vácuo foi deslocada e afixada à estrutura da máquina. Desta forma o operador tem um acesso com segurança e a bomba de vácuo deixa de correr o risco de cair e se danificar.



Os cabos de alimentação do sequencial e das caixas de aquecimento encontravam-se desorganizados, exibindo um mau aspeto na sua disposição.



Procedeu-se à organização de todos os cabos. Alguns, por terem excesso de comprimento, foram enrolados e arrumados na lateral das caixas. Os cabos de alimentação foram introduzidos na calha superior da máquina, a fim de não ficarem visíveis e, ao mesmo tempo, arrumados da melhor forma possível.

Descrição da situação



Os tapetes de acesso ao interior da máquina encontravam-se empenados e danificados. Esta área é sobretudo utilizada pela equipa SMED, aquando a mudança de molde. Desta forma torna-se mais difícil a elaboração do seu trabalho.

Ação de Melhoria



Para colmatar esta situação, os tapetes foram desempenados, procedeu-se à limpeza dos mesmos e instalação no seu lugar específico. Agora, a equipa SMED tem mais segurança na elaboração do seu trabalho.

KM 1000 II



Falta de acesso visual ao interior das bombas hidráulicas. Os painéis laterais da máquina encontravam-se em mau estado, empenados e com a pintura danificada. Por vezes os contentores da matéria-prima embatem e danificam os mesmos.



Os painéis foram restaurados, foi criado acesso visual através de acrílicos, aplicação de iluminação LED no interior, instalou-se proteções de segurança de modo a não danificar a lateral da máquina.

Descrição da situação

Ação de Melhoria

EN 1100 I



Nesta situação, os contentores danificavam os painéis laterais da máquina. Também havia falta de acesso visual ao interior das bombas hidráulicas.



Foi criado acesso visual ao interior das bombas e instalada iluminação LED. Contudo os contentores ainda embatiam nos painéis.



NAVE 3 - EN 350 II / III



A bomba de vácuo encontrava-se apoiada no chão da fábrica, sem qualquer fixação, tornando-se num alvo fácil para eventuais quedas ou colisões. Para além disso o seu manejoamento não era o mais acessível, pois o operador tinha que se abaixar para acionar o botão de funcionamento.



Com esta solução, o acesso à bomba de vácuo torna-se agora mais fácil, uma vez que está a altura dos operadores, o botão de funcionamento está agora acessível. A bomba de vácuo encontra-se fixada na máquina e segura de eventuais quedas ou estragos provenientes dos contentores de matéria-prima.

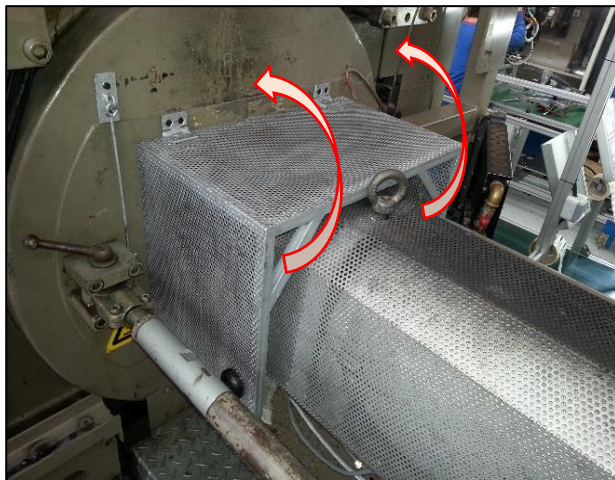
Descrição da situação

Ação de Melhoria

EN 550 I



A inexistência de uma proteção do bico de injeção da máquina pode conduzir a alguns perigos. Aquando a afinação da máquina (mudança de matéria prima), o avanço do fuso pode resultar no jorrimento de material (a grande pressão e velocidade), esse material encontra-se a uma elevada temperatura, podendo atingir o operador, comprometendo a sua integridade.



Foi elaborada uma proteção metálica encastrada na superfície da máquina através de dobradiças. A proteção é rebatível na direção ascendente, de modo a permitir à equipa SMED trabalhar comodamente aquando a afinação do bico de injeção da máquina. Maior segurança para os operadores e afinadores.

4.2.3 Melhorias 5S no âmbito do TPM na área da manutenção

De seguida são apresentados alguns exemplos de melhorias conseguidas no âmbito do 5S na área da manutenção, que foram definidas inicialmente no planeamento do projeto e que, de certa forma, forneceram um contributo positivo para o TPM:

- ❖ **Peças Críticas no Armazém da Manutenção:** Existem equipamentos produtivos que são únicos na unidade fabril, existindo apenas um exemplar em funcionamento. Nesse caso, o equipamento tem de possuir um determinado número de peças de substituição em *stock* no armazém, de modo a que, em caso de avaria, a sua reparação seja a mais rápida possível, com tempos de imobilização baixos, não comprometa a produção. Nesse sentido, havia a necessidade de quantificar as peças críticas da máquina de injeção *ENGEL 600IV* (única máquina na fábrica com prato rotativo) e das pontes rolantes da Nave 2, Nave 3 e Manutenção (o seu funcionamento não pode ser interrompido, pois compromete as atividades produtivas). Desta forma, o trabalho passou por analisar o número de peças em *stock* existentes no armazém e proceder à atualização desse *stock* no MAC. Posteriormente, procedeu-se à reposição das peças em falta, introduzindo manualmente todos os dados técnicos referentes a essas peças no MAC;
- ❖ **Organização dos Manuais Técnicos dos Equipamentos Produtivos:** É da responsabilidade do departamento da manutenção proceder à gestão e manutenção de todos os equipamentos produtivos. No passado, houve uma mudança de *Layout* no Departamento da Manutenção, as áreas constituintes foram realocizadas e a estrutura foi modificada. Deste modo, os manuais técnicos dos equipamentos produtivos encontravam-se

desorganizados e aglomerados num único local. Os técnicos da manutenção, tinham dificuldades na consulta dos manuais, pois demoravam muito tempo na busca do manual correto, e em algumas situações, os manuais ou estavam trocados ou não correspondiam às especificações do equipamento. Nesse sentido houve um grande trabalho realizado. Foram concebidas estantes, dispostas por categorias (exemplo: máquinas de injeção, equipamentos periféricos, equipamentos robóticos, equipamentos de automação, equipamentos da área técnica, etc...), seguidamente os manuais e restantes documentos foram introduzidos em pastas identificadas com as identificações 5S *Standard*. A título de exemplo, no caso das máquinas de injeção, estas foram organizadas segundo a marca do fabricante, tipo de manual (mecânico, elétrico e robot acoplado) e por ordem crescente de capacidade de fecho.

Estas ações permitiram diminuir os tempos de intervenção nos equipamentos, na medida em que, agora com o armazém organizado e identificado, os manuais das máquinas produtivas ficaram com um melhor acesso para consulta por parte dos técnicos. Estas ações deram resultado a tempos de intervenção menores e a uma maior rapidez na análise das avarias;

- ❖ **Organização do Armazém da Manutenção:** O armazém da manutenção necessitava de uma reorganização. Nas estantes, existiam gavetas que não continham identificações do material que supostamente deveriam conter, algumas estantes tinham material misturado e trocado, em alguns casos o *stock* virtual do MAC não correspondia ao *stock* real do armazém, existiam peças que não tinham referência (código interno) e por isso não se encontravam na base de dados do MAC. Nesse sentido, procedeu-se à identificação de todo o material do armazém, através das identificações 5S *Standard* da fábrica, todas as gavetas ficaram corretamente identificadas e o material foi colocado no sítio correspondente, cada estante foi organizada por categorias (mecânica, eletrónica, elétrica, moldes) e todo o material foi atualizado no MAC. Com isto, passou a existir concordância entre o *stock* real e o *stock* virtual do MAC. Todas estas ações acabaram por facilitar o trabalho dos técnicos, no que diz respeito à facilidade da busca de material no armazém e também na organização do *software* MAC, diminuindo globalmente, o tempo de intervenção nas avarias;
- ❖ **Organização das Diversas Áreas do Departamento da Manutenção:** Como resultado da mudança de Layout presenciada no passado, existiam situações em algumas áreas do departamento da manutenção que careciam de atenção no que diz respeito à ferramenta 5S. Em alguns casos as delimitações das áreas estavam apagadas, não existiam identificações 5S nas bancadas de trabalho, nas malas das ferramentas, nos armários. Muitas vezes existiam ferramentas fora do seu lugar e as rotinas de limpeza não estavam a ser totalmente cumpridas por parte dos técnicos da manutenção (carecia o rigor no cumprimento). Nesse sentido houve um compromisso, entre o piloto 5S da manutenção, o piloto 5S da fábrica e o responsável da manutenção, em resolver todos esses problemas identificados na auditoria interna antes realizada. Assim, foi decidido prestar inicialmente, um foco na Standardização e Rigor, e a longo prazo, redefinir as delimitações das áreas, pintura do solo e alteração de Layout em determinadas áreas, como por exemplo a área de manutenção de Moldes. Semanalmente foram realizadas reuniões entre os diversos membros da equipa 5S da manutenção, de modo a aumentar o rigor no preenchimento das rotinas de limpeza, através da sensibilização, formação e criação de condições para a sua execução.

Paralelamente a isso, no que diz respeito à Standardização, o caso das identificações 5S, foram garantidas para todas as áreas do departamento da manutenção, possibilitando a correta organização das ferramentas, armários, bancadas de trabalho e outros constituintes.

4.3 Resultados alcançados e análise dos indicadores de desempenho

4.3.1 Rendimento de utilização RU TPM nos Postos de Montagem

A análise e estudo do RU_{TPM} foi elaborada para as linhas de montagem da Nave 3 da SP, a sua implementação iniciou no início do ano, mais concretamente janeiro de 2016. Os restantes exemplos apresentados no capítulo 4.2.2 são referentes às melhorias elaboradas no seguimento das auditorias TPM realizadas semanalmente. O seu impacto é refletido no indicador A3 de paragens da Manutenção, que é seguido pelo responsável do departamento. Os seus valores de RU_{TPM} foram igualmente analisados, mas no âmbito do presente projeto não serão apresentados.

Utilizaram-se os valores do RU_{TPM} referentes ao ano anterior, de forma a ter uma base de comparação e calculou-se o RU_{TPM} durante o tempo decorrido da implementação. Assim, o horizonte temporal escolhido foi desde abril de 2015 até maio de 2016, aproximadamente um ano. Os dados usados para a execução do estudo, referem-se às paragens de produção, manutenção e correspondente *Time Vers* pertencentes aos postos de montagem.

Os gráficos da Figura 24, apresentam a evolução do RU_{TPM} nos postos de montagem da Nave 3, o gráfico superior corresponde aos valores completos, com o horizonte temporal total, os outros dois gráficos inferiores, são análises detalhadas do gráfico superior.

Relativamente ao horizonte temporal escolhido, o objetivo era de os valores corresponderem ao mesmo período, mas em anos diferentes. Tal não foi inteiramente possível, pois o estágio terminou no mês de junho, faltando assim a análise dos restantes sete meses. A cor de laranja está representado o início da aplicação do TPM, que se iniciou janeiro de 2016. A azul apresentam-se os valores precedentes da aplicação da metodologia, correspondentes ao ano de 2015.

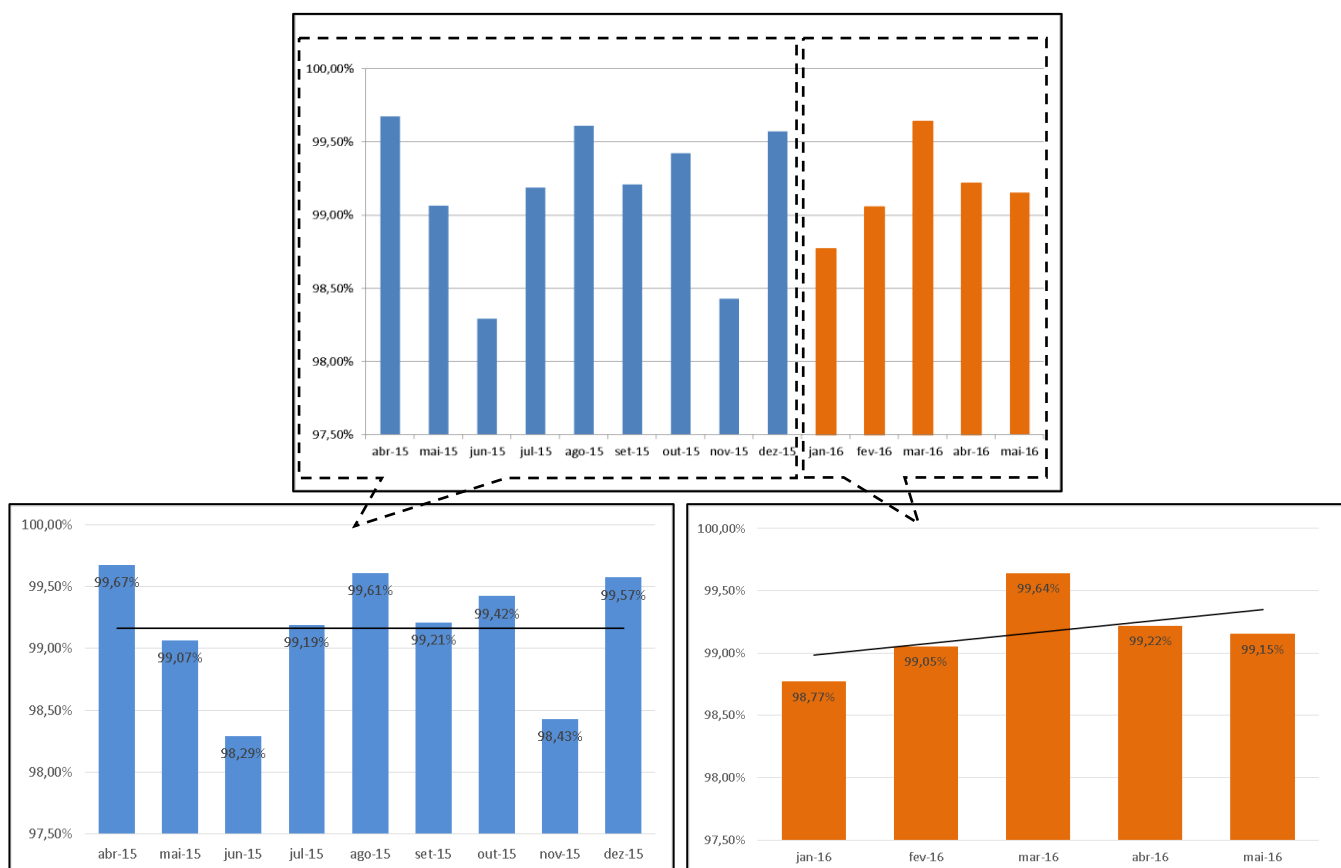


Figura 24-Evolução do RUTPM dos Postos de Montagem da Nave 3

As linhas de tendência visualizadas tanto no gráfico azul como no laranja foram contruídas através do método dos mínimos quadrados, encontrando o melhor ajuste para os resultados obtidos e tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre os valores estimados e observados.

Analisando o gráfico azul, correspondente ao ano de 2015, verifica-se que o valor máximo alcançado se encontra nos 99,67% e o mínimo ronda os 98,29%. Observa-se uma variação inconstante nos resultados, que dá origem a uma reta de tendência horizontal, que indica uma não evolução nos resultados e estagnação a curto prazo.

Já o gráfico laranja, correspondente ao ano de 2016, apresenta valores mais consistentes, onde o máximo alcançado ronda os 99,64% e o mínimo 98,77%. Embora sejam resultados ligeiramente menores que o ano anterior, conseguem ser mais constantes e não tão irregulares como os do ano de 2015. A reta que melhor se ajusta aos resultados apresenta agora um declive positivo, indicando uma possível evolução nos resultados a curto prazo.

4.3.2 Auditorias TPM

Este estudo tem como principal objetivo analisar os resultados das auditorias semanais, referentes ao preenchimento do plano de manutenção autónoma nas diferentes máquinas da fábrica. Possibilitando desta forma, a observação da envolvimento e cooperação dos operadores no rigor da manutenção autónoma, um dos mais importantes pilares do TPM. Este estudo tem por base o plano de seguimento das auditorias TPM, apresentado anteriormente no capítulo 3.5.2, no período decorrido entre Janeiro até Maio de 2016.

Relativamente à metodologia adotada para a elaboração das auditorias, no início de cada ano é definido um plano de auditorias, uma calendarização onde são distribuídas ao longo das 52 semanas do ano, todas as máquinas da fábrica que irão ser auditadas. O modo como são distribuídas pode variar de acordo com a estratégia definida (em que áreas se prestará um maior foco). Todas as semanas, no último dia da semana, as auditorias são realizadas. Em alguns casos vários equipamentos podem ser auditados simultaneamente, por exemplo máquinas de gama similar, situadas perto uma da outra.

De seguida são apresentados no gráfico da Figura 25, os resultados relativos ao ano de 2015, mais precisamente a partir da semana 24.

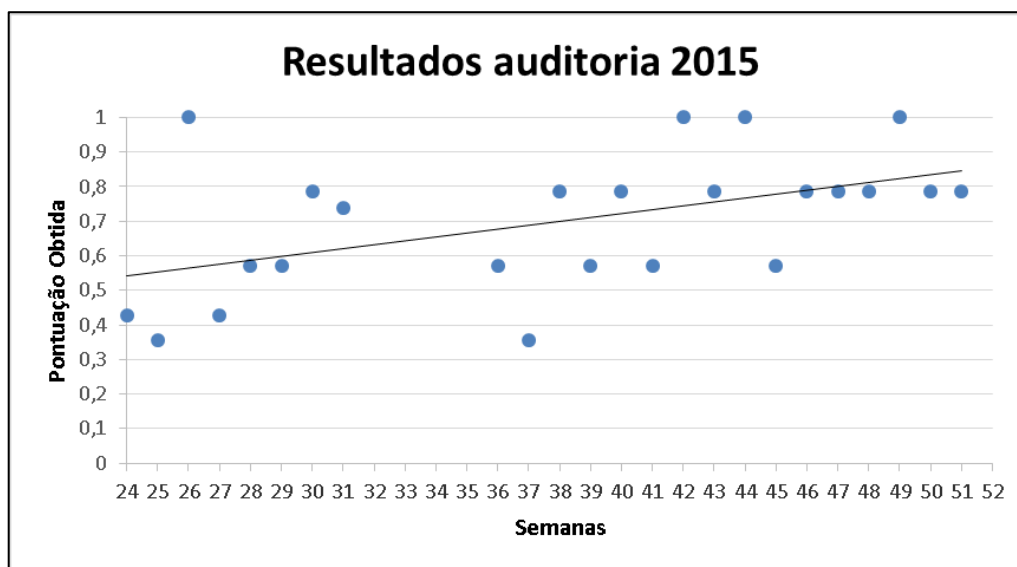


Figura 25-Resultados das Auditorias para o ano de 2015

A análise foi elaborada apenas a partir da semana 24, pelo facto de nessa altura os critérios de avaliação da ficha de auditoria terem sofrido uma pequena atualização nas pontuações, não fazendo por isso muito sentido comparar resultados do ano seguinte contendo critérios de avaliação diferentes. De seguida são apresentados no gráfico da figura 26, os resultados relativos ao ano de 2016.

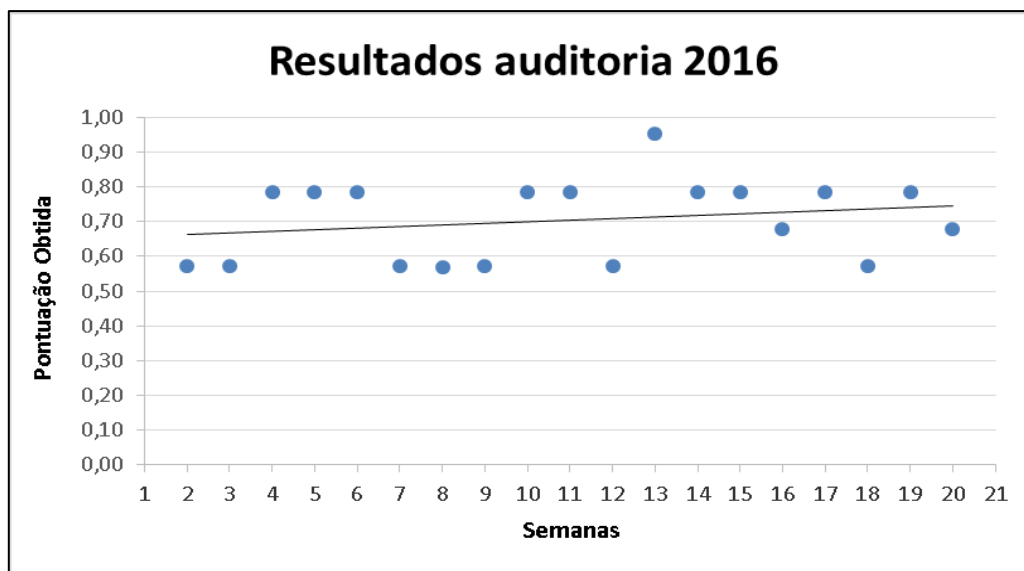


Figura 26-Resultados das Auditorias para o ano de 2016

Existe uma inversão dos resultados entre 2015 e 2016. No período decorrido no ano de 2016 pode-se observar resultados mais constantes e com tendência para evoluir no sentido positivo. Tudo indica que se conseguiu influenciar de forma positiva o rigor na execução das ações do PMA, contudo só o seria possível de afirmar se existisse a possibilidade de acompanhar os resultados dos meses seguintes após a implementação nas restantes áreas.

Outro aspeto a salientar é que existe uma tendência para os valores continuarem a evoluir no sentido positivo, ainda que a reta que melhor se ajusta aos resultados obtidos, indique um menor declive que no ano de 2015, contudo espera-se uma evolução positiva.

4.3.3 Eficiência da Manutenção

O tempo médio entre avarias é analisado através da divisão do tempo total trabalhado (tempo disponível) pelo somatório dos tempos dos diferentes números de paragens relativos ao TPM (6B,6C,6D e 6A).

Este indicador pode ser analisado e calculado automaticamente através do *software* MAC, ou calculado manualmente através dos ficheiros das paragens da fábrica fornecidos pela produção.

Optou-se pelo segundo método, pois sabe-se que aquele valor não deve ser utilizado como fator de decisão, pois a base de cálculo do *software* é alimentada manualmente e por vezes não é de forma sistemática.

Deste modo, foi possível elaborar uma análise mais detalhada, utilizando apenas os tempos que estão diretamente relacionados com o TPM.

A razão pela qual este indicador está presente neste trabalho prende-se com o facto de o TPM ser uma metodologia de trabalho que pretende maximizar a eficiência produtiva, melhorando disponibilidade, fiabilidade dos equipamentos, bem como a manutibilidade dos mesmos, por

isso, é esperado o seu contributo para a melhoria geral dos indicadores da manutenção, tanto do MTBF como do MTTR.

Os equipamentos escolhidos para a análise deste indicador foram todas as máquinas produtivas que estavam sujeitas às auditorias TPM semanais, ou seja, todos os equipamentos produtivos das três Naves produtivas da fábrica. O intervalo de tempo escolhido para a análise foi desde abril de 2015 até maio de 2016.

Analisando o gráfico da figura 27, correspondente à evolução do MTBF entre o ano 2015 e 2016, verifica-se que a média dos resultados encontra-se nas 42 horas, o que significa que em média as máquinas avariavam ou apresentam problemas com um intervalo de 42 horas. O limite superior foi de 65 horas no mês de novembro e mínimo de 31 horas no mês de maio.

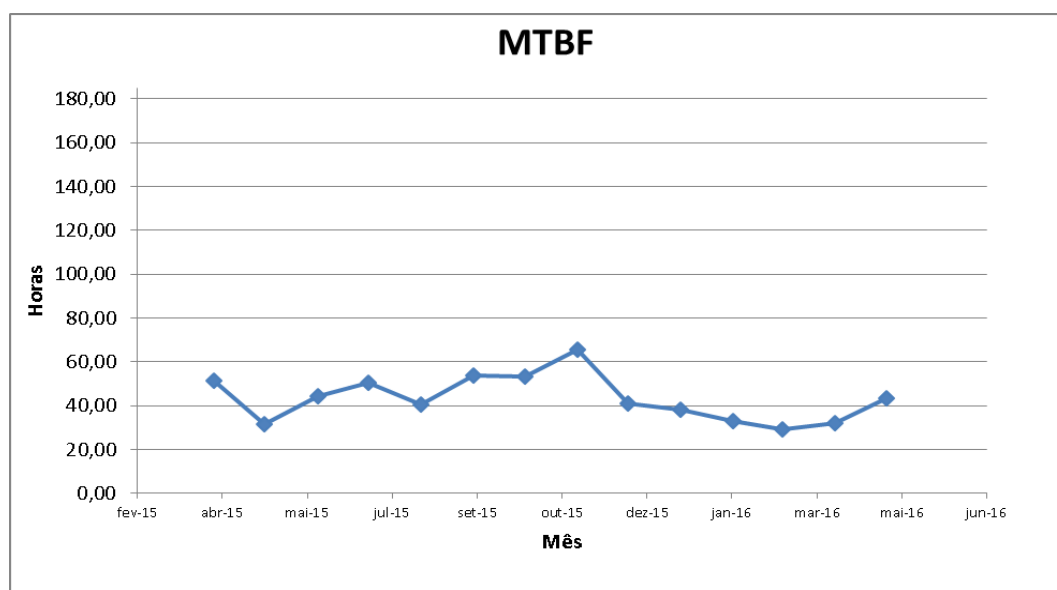


Figura 27-Evolução do Indicador MTBF entre o ano de 2015 e 2016

No período decorrido entre Agosto e Novembro, verificou-se um aumento gradual de horas, atingindo o seu pico máximo em meados de Novembro. Poderá ser explicado pelas ações de manutenção preventiva realizadas na paragem da fábrica decorrida em Agosto (durante as paragens de fábrica, aproveita-se para fazer manutenção e melhoria dos processos), dando resultado a menos avarias nos meses seguintes. O conjunto de máquinas que receberam essa intervenção da manutenção, na paragem da fábrica, fez com que estas avariassem com menos frequência nos meses seguintes.

A partir de Dezembro, os valores de MTBF foram claramente mais baixos, diminuindo ao longo dos seguintes meses. Tal facto pode dever-se pela razão de se ter iniciado o plano de manutenção preventiva para todas as máquinas da fábrica. A manutenção passou a orientar a sua atenção nas atividades de manutenção preventiva. Como resultado, as intervenções de cariz corretivo foram na mesma asseguradas, mas agora com maior complexidade, pois a equipa tinha de lidar com os dois tipos de manutenção ao mesmo tempo. No início existiu um certo atrito por parte da equipa, contudo, depois de alguns meses, esta foi conseguindo lidar com todo o trabalho e, a partir de março, o indicador começou novamente a melhorar, tal como representado no gráfico da figura 27.

CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

5.1 Discussão dos Resultados

A forma mais correta de apresentar resultados relativos ao grau de implementação do TPM passa por analisar e comparar os rendimentos dos equipamentos antes e após a implementação, de modo a averiguar se todo o trabalho executado forneceu resultados positivos. De referir que na SP se verificou uma grande cooperação e envolvimento por parte dos operadores e restantes membros participantes na implementação. Só assim foi possível detetar os problemas e realizar as ações de melhoria e restauro dos equipamentos à sua condição inicial.

De acordo com os resultados obtidos, o gráfico azul, resultante da divisão do gráfico principal da Figura 24, verifica-se uma certa instabilidade nos resultados, em parte devido a algumas mudanças de *Layout* presenciadas nos períodos referentes. Para além disso, alguns postos não se encontravam 100% operacionais. O tipo de manutenção usado nesse período era essencialmente corretivo, sendo inconstante, difícil de prever e com custos elevados (pois só atua depois da anomalia ocorrer. Tal facto possa justificar os resultados obtidos. Para além disso, é possível verificar que a reta que melhor se ajusta aos resultados obtidos, adquirida através do método dos mínimos quadrados, indica um declive nulo.

Analisando os resultados do gráfico laranja da Figura 24, correspondentes aos valores após a implementação do TPM, permite concluir que a média dos resultados de eficiência durante o período de implementação é superior, sendo que a maioria se encontra acima dos 99%. A reta que melhor se ajusta aos resultados obtidos, indica uma possível evolução positiva, pois apresenta um declive positivo. Visualiza-se um comportamento mais constante e controlado, podendo estar ligado à predominância da manutenção preventiva ao invés da corretiva, pois nesse período já se encontrava em vigor o programa de manutenção preventiva da fábrica. De referir que a evolução obtida apenas é referente à implementação do TPM nos postos 4 e 24, faltando implementar a ferramenta nos restantes postos de montagem da Nave 3 (num total de 11 postos). Por último, atendendo ao facto da presente empresa já possuir elevados níveis de eficiência, o facto de melhorar o que já é bom, sem dúvida é um grande desafio. Por mais pequena que seja esse aumento de eficiência, já é uma evolução significativa.

Analisando agora os resultados das auditorias TPM semanais, o gráfico referente ao ano de 2015, apresenta uma dispersão nos resultados obtidos, por outro lado a reta que melhor se ajusta aos resultados obtidos, indica uma possível evolução futura.

Observando o gráfico referente ao ano de 2016, é visível uma maior consistência nos valores, apresentando-se com uma menor dispersão. Identifica-se um padrão bem definido, onde se visualizam pontuações sempre na ordem dos 0,60 e 0,80, que pode ser justificado pelo facto de existir um maior compromisso por parte de todos os intervenientes do TPM (produção, qualidade e manutenção) e o facto da ferramenta se encontrar agora mais consolidada, no que toca a rotinas e mudanças de hábito. Também a existência de um maior acompanhamento do estado geral de funcionamento dos equipamentos contribui para o aumento de esses resultados, pois o número de não conformidades é mais baixo.

Deve haver um acompanhamento permanente no controlo do procedimento de inspeção e verificação do PMA, porque só assim é possível entender se os operadores estão de facto a contribuir para o seguimento da metodologia, mais concretamente, no pilar da manutenção autónoma. É importante formação contínua a todos os operadores, sejam novos na empresa ou já existentes. Muitas vezes o facto de o operador visualizar a mesma avaria continuamente,

ainda que esta não seja grave, leva a que ele deixe de prestar atenção, entrando num ciclo vicioso que resulta na indiferença perante o problema. Nesse sentido ainda que não seja possível colmatar a avaria ou o problema, é correto informar o operador que identificou a avaria, para que este perceba que a sua palavra foi ouvida e que contribuiu para a solução do problema.

Relativamente ao MTTR, não foi possível de ser quantificado, contudo sabemos que a implementação do TPM acaba por conduzir normalmente a resultados benéficos para com o indicador. Para além dos objetivos principais apresentados, o TPM aumenta acessibilidades nos equipamentos, cria seguranças, de um modo geral facilita a Manutibilidade do equipamento, permitindo criar condições para que as intervenções da manutenção sejam efetuadas mais eficazmente. Adicionalmente, ao criar condições 5S, que permitam auxiliar a manutenção na rápida intervenção nas avarias e que ajudem o responsável da manutenção a gerir de uma melhor forma o trabalho dos técnicos, influencia indiretamente o MTTR. Alguns exemplos que podem ajudar positivamente o indicador passa por termos o armazém da manutenção devidamente identificado; cada peça com a sua identificação, referência interna e especificações; o Layout da área da Manutenção ordenado e de fácil acesso; fichas de requisição de material à entrada do armazém, para garantir um controle mais rigoroso no *stock* de peças de substituição e, desta forma, evitar esperas não programadas por falta de material. São estes exemplos que, indiretamente, influenciam positivamente o indicador MTTR.

5.2 Barreiras na implementação do TPM

Como já foi enunciado anteriormente, na Simoldes Plásticos a metodologia TPM é da responsabilidade do departamento da Manutenção, sendo que existe uma equipa a tempo inteiro, liderada por um piloto, para o desenvolvimento da metodologia na fábrica. Quando chega o momento de tomada de decisões sobre eventuais modificações nos equipamentos produtivos, primeiro é necessário dar a conhecer essas melhorias aos vários departamentos, por norma o de Engenharia de Processo e o de Produção. Os quais seguidamente e de forma conjunta analisam, aprovam e dão a ordem para a execução das melhorias.

Nesse sentido, as várias direções demonstraram bastante abertura para o desenvolvimento de todas as atividades de melhoria, sendo que se mostraram preocupadas com todo o trabalho a realizar e metas a atingir para o ano de 2016. No que diz respeito ao investimento necessário para suportar a metodologia, a administração encarou esse aspeto como sendo fulcral para o seu desenvolvimento e, desta forma, cooperou sempre em todas as propostas de melhoria.

Em relação aos colaboradores, verificou-se que alguns se demonstram pouco reativos perante as atividades TPM diárias. Esse comportamento pode ser resultado do TPM não estar inserido no programa de sugestões da fábrica (já implementado) e com isso se sentirem desmotivados para cooperar e se interessarem nas atividades. Assim fica como sugestão, que o TPM esteja enquadrado no programa de sugestões da fábrica e também na matriz de avaliação de desempenho dos colaboradores, para que, desta forma, se consiga um maior envolvimento na concretização dos objetivos traçados.

Relativamente ao tempo concedido à manutenção para a execução das ações de melhoria, por vezes o departamento da produção (planeamento) mostrava-se um pouco rígido na cedência de tempo. Tal facto é compreensível pois sendo uma fábrica fornecedora TIER 1 (fornece diretamente a linha de montagem), a produção não pode ser interrompida, pois a cadência produtiva está de tal forma estudada, que qualquer discrepância pode influenciar negativamente o *output* para o cliente, comprometendo a satisfação do mesmo. Nesse sentido as pequenas intervenções eram efetuadas nas mudanças de molde ou afinações e as melhorias

mais complexas eram agendadas para as intervenções de manutenção preventiva, paragens de fim-de-semana ou, se fosse o caso, em avarias prolongadas.

Por último, no que diz respeito à formação TPM, o grupo da divisão de plásticos preocupa-se bastante com este assunto. Todas as empresas do grupo possuem planos de formação contínua tanto para os novos membros como para os já existentes. Além disso, há uma grande preocupação em standardizar todos os documentos inerentes ao TPM, revelando ser uma organização que se preocupa com a aprendizagem dos seus colaboradores de forma a assegurar a competitividade.

5.3 Conclusões finais

Este capítulo final reúne as conclusões do trabalho desenvolvido, o cumprimento dos objetivos, bem como perspetivas de projetos futuros.

No que diz respeito à manutenção, no início do estágio foi possível observar que a manutenção efetuada aos equipamentos produtivos era, sobretudo, de cariz corretivo, existindo pouca margem para atividades preventivas. A fábrica tinha planos de manutenção preventiva e inclusive algumas máquinas já possuíam sistemas de manutenção preditiva. Por diversas razões essas atividades não se estavam a cumprir a 100%. No início do ano de 2016, houve uma grande aposta no sentido de melhorar a manutenção preventiva. Os planos de manutenção preventiva dos equipamentos foram revistos e, com a ajuda e cooperação do departamento da produção, foi elaborado uma calendarização que respeitou tanto a manutenção como a produção. Em relação à manutenção preditiva, estando esta implementada na fábrica, mas não muito usada, espera-se que com a difusão da 4ª revolução industrial (*Industry 4.0*), haja um maior foco nesse sentido, pois os equipamentos preditivos ficarão mais acessíveis e baratos.

Relativamente ao TPM, apesar de não ser possível fazer o balanço do real impacto da implementação nos postos de montagem (pois os 8 meses disponíveis para a realização do projeto foram escaços, tendo em conta o grande período de tempo necessário para proceder à implementação), os primeiros resultados dão provas que se estão a efetuar melhorias e a obter um melhor rendimento global nos equipamentos. O foco dado no rigor na manutenção autónoma, através das formações contínuas prestadas aos colaboradores e, as próprias atualizações dos planos de manutenção de todas as máquinas da fábrica, possibilitaram a obtenção de resultados mais positivos, comparativamente ao ano de 2015.

Depois de observada a implementação conseguida nas máquinas de injeção plástica, foi possível visualizar o promissor potencial da metodologia nos postos de montagem. Sendo que demonstra ser bastante promissor e uma mais-valia a médio e longo prazo. A criação dos planos de manutenção autónoma para as máquinas de injeção mais recentes, permitiu entender o modo como se conclui a implementação da metodologia e a forma mais correta de assegurar a sua continuidade.

Em relação ao projeto, foram apresentadas as várias etapas para a implementação do TPM. O seu desenvolvimento permitiu compreender o seu funcionamento, possibilitou implementar a metodologia em casos reais no meio industrial, foi adquirido algum conhecimento em outras ferramentas *Lean* de melhoria contínua como o *Kaizen*, gestão visual e 5S, conseguidos através das diversas atividades desenvolvidas durante a realização do estágio.

Relativamente aos oito pilares do TPM estudados, é necessário enaltecer a importância da manutenção autónoma. A interação existente entre o equipamento e o operador é a chave do TPM, pois é através deste que a manutenção de primeiro nível é assegurada. Nesse sentido, foi

assegurada, através de um programa de formações aos novos colaboradores e aos já existentes, a transmissão de conhecimentos TPM. Esse objetivo foi cumprido e passou por explicar a cultura e filosofia em que se baseia a ferramenta, apresentar os seus benefícios com base em casos reais presenciados na fábrica e por último, prestação de formação específica sobre o correto preenchimento do plano de manutenção autónoma.

O desenvolvimento da metodologia 5S no espaço envolvente do departamento da manutenção contribuiu significativamente para um ambiente mais organizado, limpo e motivador. O foco dado na correta alimentação de informação qualitativa e quantitativa no sistema de gestão da Manutenção foi cumprido, através da sensibilização e criação de meios, verificou-se um aumento de comunicação entre o departamento da manutenção e produção, pois o planeamento de intervenções corretivas deixou de ser realizado a 100% pelo responsável da manutenção e passou a ser realizado também pelos técnicos de manutenção.

Ao fazer uma análise global do estágio desenvolvido na Simoldes Plásticos S.A, é possível afirmar que a empresa encontra-se na fase final de implementação do TPM. No futuro, deve-se preocupar em manter e melhorar continuamente os seus equipamentos produtivos focando-se sempre na formação dos seus colaboradores na manutenção autónoma. A curto prazo pretende-se continuar a implementação do TPM nos restantes postos de montagem da Nave 3. Com o aumento da capacidade produtiva, observada pela inauguração da nova unidade de revestimentos, prevê-se que, após a estabilização do seu Layout, o TPM também seja implementado nessa área. Com estes exemplos, apenas referir que é imperativo adaptar a metodologia às necessidades da organização, de modo a alcançar os objetivos a que esta se compromete.

O estágio possibilitou a aquisição de sólidos conhecimentos no que diz respeito à indústria de injeção plástica do ramo automóvel, conhecimentos de *Lean Manufacturing*, ao mesmo tempo que permitiu conhecer o meio industrial e empresarial, até então apenas entendido de uma forma teórica.

BIBLIOGRAFIA

- Ahuja, I.P.S., Khamba, J.S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Volume (25). Páginas 709 – 756.
- Bauman, Z. (2001). *Modernidade Líquida*. Zahar.
- Beira, E. (2007). Indústria de moldes no Norte de Portugal: Protagonistas, uma coleção de testemunhos. Obtido de http://www3.dsi.uminho.pt/ebeira/setembro_05/docs/livro_final/5costaleite.pdf.
- Cabral, J. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção*. Lidel- edições técnicas, lda.
- Citeve. (2012). Ferramenta de Desenvolvimento e aplicação do Lean Thinking no STV. *Competitividade Responsável*, Volume (1), Páginas 1-23.
- Eti, M.C., Ogaji, S.O.T., Probert, S.D. (2005). Impact of corporate culture on plant maintenance in the Nigerian electric-power industry. *Applied Energy*, Volume (83), Páginas 299-310.
- Ford (2016). História da marca [Web]. Acedido em outubro de 2016, obtido de <http://www.ford.pt/ExperienciaFord/SobreFord/InformacaoSobreEmpresa/Heritage/TheHenryFordStory>.
- JIPM. (2016). Japan Institute of Plant Maintenance [Web]. Acedido em outubro de 2016, obtido de <https://www.jipm.or.jp/en/company/history/>.
- Johannaber, F. (2008). *Injection Molding Machines, A User's Guide*. Hanser Verlag.
- Lean Enterprise Institute. (2009). A brief history of Lean [Web] Acedido em fevereiro de 2016, obtido de <http://www.lean.org/WhatsLean/History.cfm>.
- Lisboa I.S.T. (2016). Instituto Superior Técnico, Tecnologia Mecânica [Pdf]. Acedido em dezembro de 2016, obtido de <http://in3.dem.ist.utl.pt/mscdesign/02ed/01tecmec/file6.pdf>.
- Marujo, M. (2014). *Controlo de defeitos termoplásticos obtidos por injeção*: Universidade de Aveiro.
- McKone, K. E., Schroeder, R. G., Cua, K. O. (1999). The impact of total productive maintenance practices on manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, Volume (19), Páginas 39-58.
- Monteiro, S. (2008). *Manutenção Assistida por Computador, WATCHER*: Universidade da Beira Interior.
- Nakajima, S. (1989). *Introdução ao TPM, Total Productive Maintenance*. IM&C Internacional.

Park, K.S., Han, S.W. (2001). Total Productive Maintenance: Impact on Competitiveness and a Framework for Successful Implementation. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, Volume (11), Páginas 321–338.

Pinto, J.P.(2008). Lean Thinking, Introdução ao pensamento magro. *Comunidade Lean Thinking*, Volume (1), Páginas 1-28.

Poduval, P. S., Pramod, V. R., Jagathy, V.P. (2013). Barriers in TPM Implementation in Industries. *International Journal of Scientific & Technology Research*, Volume 2, Páginas 28-33.

Simoldes, TD. (2016).Simoldes Tool Division. Obtido de <http://www.simoldes.com/tool/en/html/m21.html>.

Simoldes, PDH. (2016).Simoldes Plastic Division History. Obtido de <http://www.simoldes.com/plastics/history.html>.

Simoldes, PD. (2016).Simoldes Plastic Division. Obtido de <http://www.simoldes.com/plastics/history.html>.

Simoldes Plásticos. (2016). Manual de acolhimento de novos colaboradores da Simoldes Plásticos. Simoldes.

Simoldes Plásticos. (2014). Apresentação da empresa. Simoldes.

Simoldes Plásticos. (2016). Dados Diversos. Simoldes.

Suzaki, K. (2010). Gestão de Operações Lean. LeanOP press.

Venkatesh, J. (2009). An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM) [Web]. Acedido 26/10/2016, obtido de http://www.plantmaintenance.com/articles/tpm_intro.shtml.

Wireman, T. (2004). Total Productive Maintenance (2 ed.), an American Approach. Industrial Press Inc.

Womack, J.P., Jones D.T. (1996). Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in your Corporation.

Anexo II – Cartaz A1 de Divulgação do TPM



TPM em curso

TPM (Manutenção Produtiva Total) - Sistema de gestão que procura a melhoria contínua através da diminuição das perdas, minimização dos defeitos, desperdícios, acidentes, falhas e quebras em toda a cadeia de produção.



| TPM - Manutenção Produtiva Total | |
|--|--------------------|
| Checklist de Inspeção inicial | |
| Data início: 22 / 2 / 2016 | Sem. 8 |
| Participantes: Jorge Almeida, Maria Brandão, Lúcia Silva, Hélder Ribeiro, Cristiano, Luis Almeida, José Duarte, Maria Taveira, António S. Ferreira, André Bastos, Nelson Pereira | |
| Equipamento / Posto a ser Inspeccionado: Linhas Montagem - Posto 4 | |
| Inspeção do Equipamento | Nº das Ocorrências |
| Pinura Degradada / Empenro | SIM / NÃO |
| Fugas / Acessos de Óleo | SIM / NÃO |
| Vibrações Excessivas | NÃO |
| Ruídos Excessivos / Fora do Normal | NÃO |
| Parafusos Desapertados (Tampas e Protecções) | NÃO |
| Seguranças Desactivadas | SIM / NÃO |
| Sujidade | NÃO |
| Protecções Mecânicas Danificadas (Portas e Acrílicos) | SIM / NÃO |
| Iluminação / Ventilação averiada ou ausente | SIM / NÃO |
| Acessibilidade | SIM / NÃO |
| Total: | 15 |
| Concluído: | 73% |
| Data Fim: | Sem. |
| Obs: Documentar sempre com Fotografias | |

| TPM - Manutenção Produtiva Total | |
|--|--|
| Checklist de Inspeção inicial | |
| Ocorrência Nº: 1 | Descrição: Pintura degradada na prensa e no periférico de verificação, robot |
| Acção: Proceder-se à limpeza, isolamento das áreas intervenientes e posterior pintura. (Pinturas, cabos do robot, prensa e serra-fitas) | |
| Antes | Depois |
| Ocorrência Nº: 2 | Descrição: Fuga de óleo no hidráulico da prensa e manca vibratórias |
| Acção: Substituição de vedantes novos | |
| Antes | Depois |
| Ocorrência Nº: 3 | Descrição: Gerador de ultra sons por vezes para, entra em sobreaquecimento |
| Acção: Limpeza geral ao equipamento e substituição de ventiladores de arrefecimento. Elaboração de um sistema de filtração do ar de ventilação do gerador. | |
| Antes | Depois |

| TPM - Manutenção Produtiva Total | |
|---|---|
| Checklist de Inspeção inicial | |
| Ocorrência Nº: 4 | Descrição: Contantes rebatidos, citam rebatidos na peça, segundo o corte. Não é feita a inventariação preventiva correspondente às lâminas de corte |
| Acção: Retificação dos contantes | |
| Antes | Depois |
| Ocorrência Nº: 5 | Descrição: Solda fissurada na ligação entre o hidráulico e a base |
| Acção: Remoção e solda fissurada e substituição a uma nova soldadura | |
| Antes | Depois |
| Ocorrência Nº: 6 | Descrição: Melhorar "calçadores" de fixação da peça no habitáculo do Robot |
| Acção: Remoção dos autocollantes, limpeza e posterior pintura. Instalação de calçadores novos | |
| Antes | Depois |

| TPM - Manutenção Produtiva Total | |
|---|--|
| Checklist de Inspeção inicial | |
| Ocorrência Nº: 7 | Descrição: Falta de protecções no chão, falta espaço para o operador, devido aos contentores |
| Acção: Criar greja de deslocação dos contentores | |
| Antes | Depois |
| Ocorrência Nº: 8 | Descrição: Protecções laterais da prensa soltas, falta de parafusos |
| Acção: Reforço-se a estrutura, cabos eléctricos embudados | |
| Antes | Depois |
| Ocorrência Nº: 9 | Descrição: Instalações eléctricas / cablagens fixas por abraçadeiras plásticas |
| Acção: Organização dos cabos eléctrico / pneumático, aplicação de interruptores e localização dos mesmos nas caixas | |
| Antes | Depois |


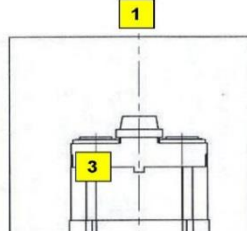



| TPM - Manutenção Produtiva Total | |
|--|---|
| Checklist de Inspeção inicial | |
| Ocorrência Nº: 10 | Descrição: Alimentação da base do periférico inacessível, danifica pinos das fichas |
| Acção: Analisar possibilidade de deslocar a alimentação para a lateral do periférico | |
| Antes | Depois |
| Ocorrência Nº: 11 | Descrição: Falta de acessibilidade no caixa dos acessórios na mesa de montagem |
| Acção: Aplicação das caixas dos acessórios nas mesas | |
| Antes | Depois |
| Ocorrência Nº: 12 | Descrição: Falta de ventilação para os operadores |
| Acção: Instalação de ventilador e interruptores | |
| Antes | Depois |

| TPM - Manutenção Produtiva Total | |
|---|---|
| Checklist de Inspeção inicial | |
| Ocorrência Nº: 13 | Descrição: Iluminação insuficiente, não é funcional, não abrangem o periférico de verificação |
| Acção: Transfere-se da iluminação para os periféricos / mesa de apoio central | |
| Antes | Depois |
| Ocorrência Nº: 14 | Descrição: Dificuldade na troca de ferramentas, má acessibilidade faz com que o empilhador identifique as bases, que depois demoras devido a mau acesso |
| Acção: Adaptação de cambio elevatório de transporte de ferramentas, aplicação de esteiras de deslocamento para facilitar a extração / reposição | |
| Antes | Depois |
| Ocorrência Nº: 15 | Descrição: Pouco espaço na zona central entre o robot e a prensa |
| Acção: Deslocar prensa para a esquerda, possibilitar mais espaço na zona central | |
| Antes | Depois |

A ideia chave não é olhar para o TPM como um acréscimo de trabalho, mas sim como uma forma diferente de realizar o trabalho!!!


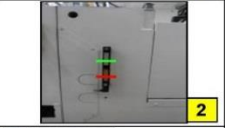
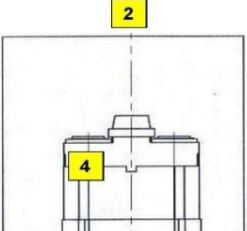


Anexo III – Revisão do Plano de Manutenção Autónoma

Antiga Revisão do Plano de Manutenção Autónoma



| Simoldes | | EN 600 IV Plano de Manutenção Autónoma | | DATA: 01/2016 | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|--|
| Qualidade condicionada pelo estado da máquina (Tarefa NOK) Sim Não Rúbrica técnico da qualidade Rúbrica técnico da qualidade PI nº _____ | | Foto  1 | | Tarefa Verificar nível de óleo hidráulico OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | Semana: Seg Ter Qua Qui Sex 1ª Mudança molde | |
|  1 | |  2 | | Verificar pontos de lubrificação (unidade de injeção e fecho) OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | | |
| | |  3 | | Verificar fugas de óleo na unidade de injeção OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | | |
| | |  4 | | Verificar fugas de água nas manguelras de ligação ao molde OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | | |

Atividade verificada na 1ª Mudança de Molde

Nova Revisão do Plano de Manutenção Autónoma


| Simoldes | | EN 600 IV Plano de Manutenção Autónoma | | DATA: 03/2016 | | | |
|--|--|--|--|---|--|--|--|
| Qualidade condicionada pelo estado da máquina (Tarefa NOK) Sim Não Rúbrica técnico da qualidade Rúbrica técnico da qualidade PI nº _____ | | Foto  1 | | Tarefa Verificar funcionamento dos sinais luminosos da máquina (Andon) e alarme OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | Semana: Seg Ter Qua Qui Sex 1ª Mudança molde | |
| | |  2 | | Verificar nível de óleo hidráulico OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | | |
|  2 | |  3 | | Verificar pontos de lubrificação (unidade de injeção e fecho) OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | | |
| | |  4 | | Verificar fugas de óleo na unidade de injeção OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | | |

Atividade verificada no arranque de produção ou na 1ª Mudança de Molde

| Prato móvel rotativo | | Foto | | Tarefa | | Semana: | |
|---|--|---|--|---|--|---------|--|
|  7 | |  8 | | Verificar temperaturas (comparar real com teórico, tol +/- 5°C) OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | | |
|  9 | |  9 | | Verificar funcionamento dos sinais luminosos da máquina (Andon) OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | | |

No caso de detectar alguma anomalia o operador deverá avisar o responsável de módulo/supervisor ou técnico de afinação de imediato. Este deverá fazer o pedido de intervenção no MAC (TRADE TPM). O plano destina-se a ser preenchido durante o 2º turno.

Faz o pedido de intervenção na TRADE TPM

| Prato móvel rotativo | | Foto | | Tarefa | | Semana: | |
|---|--|---|--|--|--|---------|--|
|  8 | |  8 | | Fuga de óleo na unidade de fecho OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | | |
|  1 | |  9 | | Verificar temperaturas (comparar real com teórico, tolerância +/- 5°C) OK <input type="checkbox"/> NOK <input type="checkbox"/> | | | |

No caso de detectar alguma anomalia o operador deverá avisar o responsável de módulo/supervisor ou técnico de afinação de imediato. Este deverá fazer o pedido de intervenção no MAC. O plano destina-se a ser preenchido durante o 2º turno.

Faz o pedido de intervenção na TRADE correspondente à avaria visualizada (MEC/ELE/ROBOT...)

Anexo IV – Documento A3 TPM

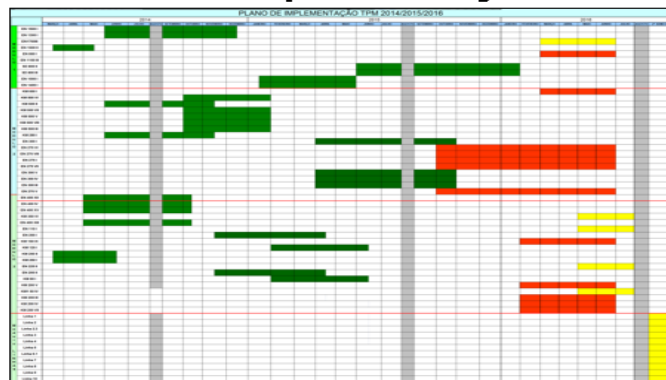


Ferramenta TPM



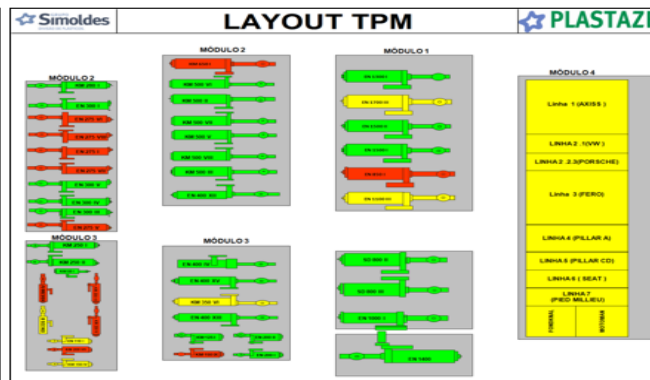
07-06-2016

Plano de implementação TPM



■ -Planeado
 ■ -Em curso
 ■ -Implementado

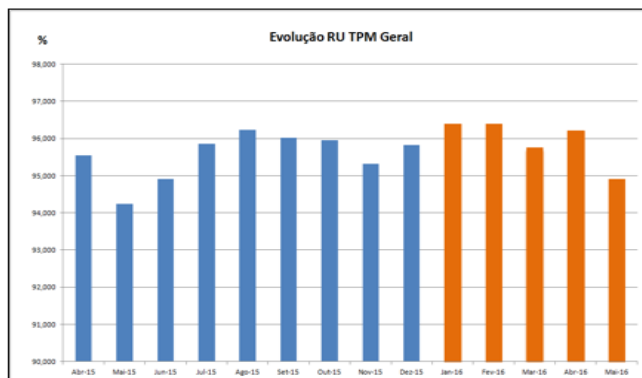
Layout



Plano de Manutenção Autónoma

| EN 850 I | | Plano de Manutenção Autónoma | | Semana | | | | |
|--|-----|------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Qualidade condicionada pelo estado de máquina (Tarefa NOK) | | Foto | Tarefa | Seg | Ter | Qua | Qui | Sex |
| Sim | Não | | Verificar funcionamento das áreas limitadas de máquina (Arçotes) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Pl nº | | | Disponibilizar peças sobressalentes e materiais necessários | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | Verificar nível do óleo hidráulico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | Verificar nível do óleo de lubrificação | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | Verificar pontos de lubrificação (unidade de injeção e unidades de fecho) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | Verificar fugas de óleo nas unidades de fecho, unidades de fecho, válvulas e mangueiras de ligação | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | Verificar fugas de água no coletor, nos bastidores e nas mangueiras de ligação | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | Verificar pressão de ar comprimido do canal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | Verificar temperaturas (componentes nos pontos de fecho, fecho, fecho, fecho) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Indicador de eficiência



Nota: 2016
 Março: Ligado a produção de PLASTAZE, devido ao problema de manutenção de fecho e unidade de fecho, o que levou a uma queda na eficiência. Também no início de Abril, devido a uma falha na conexão de fecho, houve uma queda na eficiência.

Equipa TPM



Manutenção Produtiva Total

Anexo V – Ficha de Auditoria TPM

| Simoldes | | PLANO DE AUDITORIAS - Plano de Manutenção Autónoma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Direcção de Qualidade | | | | | |
|-------------------------|--|--|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----|-----|-----------------------|----------------|--------------------|-----|-----|-----|
| Ano: | 2016 | Fábrica/RQ: | Simoldes Plásticos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Realizado por: | Simoldes Plásticos | | | |
| TIPO DE AUDITORIA | SEM | S01 | S02 | S03 | S04 | S05 | S06 | S07 | S08 | S09 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 | S21 | S22 | S23 | S24 | S25 | S26 | S27 | S28 | S29 |
| | MÁQUINA | EM 700 I | KM 1000 IV | KM 1000V | EM 200 III | KM 1600 III | KM 1000 III | KM 300 III | EM 600 III | EM 800 II | EM 240 I | EM 1100 I | EM 2000 | KM 350 IV | KM 1000 II | KM 1600 I | KM 350 III | EM 900 III | EM 900 II | EM 900 I | EM 900 I | | | | | | | | | |
| 1 | Preenchimento do plano | Resultado | NOK ₁ | OK | OK | OK | NOK ₁ | OK | NOK | OK | NOK | NOK | NOK | NOK | NOK | NOK | OK | OK | OK | OK | NOK ₂ | NOK ₁ | | | | | | | | |
| 2 | Veracidade dos OK | Resultado | NOK ₁ | OK | NOK ₃ | NOK ₂ | NOK ₂ | NOK ₂ | NOK ₂ | NOK ₃ | NOK ₃ | NOK | NOK | NOK | NOK | NOK | NOK | NOK | NOK | OK | NOK ₂ | NOK ₃ | | | | | | | | |
| 3 | Veracidade dos NOK | Resultado | OK ₀ | OK ₃ | OK ₀ | OK ₀ | OK ₀ | OK ₀ | OK ₀ | OK ₀ | OK ₃ | OK ₀ | OK ₂ | OK ₀ | OK ₀ | OK ₁ | OK ₉ | OK ₀ | OK ₂ | OK ₁ | OK ₀ | OK ₀ | | | | | | | | |
| 4 | Registo de PI'S correspondentes aos NOK | Resultado | OK ₂ | NOK ₀ | OK ₀ | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | NOK ₁ | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | | | | | | | | |
| 5 | Preenchimento pelo técnico da qualidade | Resultado | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | NOK | OK | OK | | | | | | | |
| 6 | Veracidade do preenchimento (Qualidade) | Resultado | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | | | | | | | | |
| 7 | Correta identificação da anomalia a afetar qualidade | Resultado | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | | | | | | | | |
| Assinatura (auditados): | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Observações: S02 - 1. NOK, 1-2 Atividades não preenchidas
 2. NOK - Fugas na mid. inj. fecho e Tampa Adem NOK (2x), fecho
 S03 - ponto 4. Não existência de PI's referidos no fugas óleo mid
 S04 - 2. NOK: Fugas mid inj; Fugas mang. atividades 4; 5; 8
 ponto 4. estava OK, qm não havia NOK's
 S05 - Fugas de óleo nos manómetros óleo na injeção (bombas) - Recipiente óleo por desperdício

NOTA: Aquando a verificação do ponto 4, havendo alguma anomalia/componente degradado no equipamento, regista-se a anomalia (fazendo o P.I) ou faz-se a verificação da existência do PI

P - Plano; OK - Realizado, resultado OK; NOK - resultado NOK; (*) - auditoria externa
 P1 - Manhã; P2 - Tarde; P3 - Noite
 M002PG02_Rev0_25.01.2013

S06 - 1. máx foi preenchida a ponto 9
 2. fuga mid fecho
 " " " injeção