



# APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS LEAN NA MANUTENÇÃO DA SIMOLDES AÇOS

**NUNO ALFREDO MORAIS TRENO**

Outubro de 2012

# APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS LEAN NA MANUTENÇÃO DA SIMOLDES AÇOS

Nuno Alfredo Morais Treno



Mestrado em Engenharia Mecânica – Especialização em Gestão Industrial

Departamento de Engenharia Mecânica

Instituto Superior de Engenharia do Porto

2012



Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de Tese/Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Mecânica

Candidato: Nuno Alfredo Morais Treno, N° 1060579, [1060579@isep.ipp.pt](mailto:1060579@isep.ipp.pt)

Orientação científica: João Augusto de Sousa Bastos, [jab@isep.ipp.pt](mailto:jab@isep.ipp.pt)

Coorientação científica: Paulo António da Silva Ávila, [psa@isep.ipp.pt](mailto:psa@isep.ipp.pt)

Empresa: Simoldes Aços

Supervisão: Eng.º Domingos Pereira, [d.pereira@simoldesacos.pt](mailto:d.pereira@simoldesacos.pt)



Mestrado em Engenharia Mecânica  
Área de Especialização de Gestão Industrial  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Instituto Superior de Engenharia do Porto



## **Dedicatória**

Em especial gostaria de dedicar este trabalho aos meus pais, avós maternos e namorada pelo acompanhamento e apoio fornecido no decorrer da formação e no decorrer da escrita desta dissertação.



## *Agradecimentos*

À Organização SIMOLDES AÇOS, sendo a empresa promotora da oportunidade de formação e ajuda facultada na evolução do Projeto.

Ao Eng.º Domingos Pereira Responsável do departamento de Manutenção, ao qual estive afeto às suas atividades num período de estágio, assim como orientador do trabalho desenvolvido na empresa, permitindo deter a base de sustento para a dissertação.

Ao Professor João Bastos, orientador do Projeto por parte do ISEP, pela disponibilidade e esclarecimentos prestados ao longo do trabalho desenvolvido, fornecendo bibliografia e informação preciosa que ajudou a evoluir de forma significativa, indo ao encontro de novos conceitos, assim como a ambientação com o tema, evidenciando os pontos de maior relevo inerentes ao projeto em estudo.

A todos os professores e colegas do Mestrado, que me acompanharam no decorrer da formação.





## *Resumo*

O trabalho presente nesta dissertação incidiu sobre a aplicação das metodologias Lean no âmbito da manutenção de uma empresa metalomecânica de produção de Moldes – Simoldes Aços.

No atual enquadramento, com os mercados nacionais e internacionais debaixo de feroz competição, as empresas são obrigadas a estudar métodos e técnicas que permitam eliminar desperdícios, reduzir custos e tempos de produção, ao mesmo tempo que são exigidos maiores níveis de qualidade dos produtos fabricados com vista ao aumento da competitividade.

Sendo a Manutenção uma área funcional com um impacto elevado no desempenho da produção, é percebido que o desempenho desta, tem influência direta no comportamento do fluxo produtivo e nos respetivos níveis de eficácia e eficiência.

No decorrer do trabalho desta dissertação de mestrado foi realizada uma análise abrangente do estado atual do sector de atividade de manutenção na empresa SIMOLDES SA, o que permitiu identificar as áreas e os pontos a intervir e desenhar as soluções de melhoria na atividade de manutenção. Na fase concludente do trabalho foram implementadas algumas dessas propostas de melhoria, ao passo que outras ficaram agendadas para futura implementação.

Na base do trabalho desenvolvido esteve a metodologia Lean, que apresenta um papel relevante na implementação de uma abordagem integrada da função manutenção na manutenção dos objetivos da produção. O presente projeto baseou a sua estratégia de implementação na aplicação da ferramenta do 5S' em paralelo com o TPM (Total Productive Maintenance). Ambas as ferramentas visam a redução de desperdícios e o aumento da fiabilidade dos processos, pelo aumento da disponibilidade dos equipamentos, da melhoria do desempenho dos processos e da plena integração de todos os colaboradores no processo de fabrico.

Com a implementação das melhorias propostas, foram observados melhorias significativas no fluxo das atividades da manutenção, assim como uma maior visibilidade das mesmas em todo o processo produtivo.

*Palavras-Chave*

Lean, Manutenção, TPM, 5S', Melhoria Contínua, Eliminação de Desperdício, Implementação Lean, Indicadores.

## *Abstract*

The work in this project focused on the application of Lean methodologies as part the maintenance of a production metalworking company Moulds - Simoldes Aços.

For strongest competition between the national and international markets, makes it companies have methods and techniques to eliminate waste, reduce costs and production times, while that required higher levels of quality of manufactured products by increasing competitiveness.

As Maintenance functional area with a high impact on production performance, is noticed that this performance has a direct influence in the behavior of production flow and the their respective levels of effectiveness and efficiency.

Over the work of this dissertation was done a comprehensive analysis of the current state of the sector of activity of the company maintaining SIMOLDES SA, which identified points leave to intervene and provide solutions for improvement in maintenance activity. In the conclusive phase of the work were implemented some of these proposed improvements, while others have been scheduled for future implementation.

At base of the work was the Lean methodology, which presents a significant role in the implementation of an integrated approach to maintenance function in maintaining production goals. This project has based its strategy implementation tool in the implementation of the 5S 'in parallel with the TPM (Total Productive Maintenance). Both tools aim to reduce waste and increase process reliability, increased equipment availability, performance improvement processes and full integration of all employees in the manufacturing process.

With the implementation of the proposed improvements were seen significant improvements in the flow of maintenance activities, as well as greater visibility of same throughout the production process.

***Keywords***

Lean, Maintenance, TPM, 5S', Continuous Improvement, Waste Elimination, Lean Implementation, Indicators.

# Índice

|  |             |
|--|-------------|
| <b>AGRADECIMENTOS</b> .....                                      | <b>I</b>    |
| <b>RESUMO</b> .....  | <b>III</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | <b>V</b>    |
| <b>ÍNDICE</b> .....  | <b>VII</b>  |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....                                   | <b>XI</b>   |
| <b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....                                   | <b>XIII</b> |
| <b>ÍNDICE DE DIAGRAMAS</b> .....                                 | <b>XIV</b>  |
| <b>ACRÓNIMOS</b> .....   | <b>1</b>    |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                                       | <b>3</b>    |
| 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO .....                                      | 3           |
| 1.2. OBJETIVOS .....   | 4           |
| 1.3. METODOLOGIA .....   | 4           |
| 1.4. CALENDARIZAÇÃO .....  | 4           |
| 1.5. ESTRUTURA DO RELATÓRIO .....                                | 5           |
| <b>2. CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....                                 | <b>7</b>    |
| 2.1. APRESENTAÇÃO DO GRUPO SIMOLDES .....                        | 7           |
| 2.2. CONSTITUIÇÃO DO GRUPO .....                                 | 7           |
| 2.3. DIVISÃO DE MOLDES .....                                     | 8           |
| 2.4. SIMOLDES AÇOS .....   | 9           |
| 2.5. PRODUTOS E SERVIÇOS DA SIMOLDES AÇOS .....                  | 9           |
| 2.6. ENQUADRAMENTO DA INDÚSTRIA DOS MOLDES .....                 | 10          |
| 2.6.1. <i>História Indústria Portuguesa de Moldes</i> .....      | 10          |
| 2.6.2. <i>Atualidade da indústria portuguesa de moldes</i> ..... | 10          |
| <b>3. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE</b> .....                        | <b>13</b>   |
| 3.1. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS).....                         | 13          |
| 3.1.1. <i>História / Evolução TPS</i> .....                      | 13          |
| 3.1.2. <i>Métodos e Práticas de Sustentação do TPS</i> .....     | 15          |
| 3.2. JUST IN TIME .....  | 15          |
| 3.3. MELHORIA CONTINUA .....                                     | 16          |
| 3.3.1. <i>Ciclo de melhoria PDCA / SDCA</i> .....                | 16          |
| 3.4. 5 S' .....  | 18          |
| 3.5. PRODUÇÃO LEAN.....  | 18          |
| 3.5.1. <i>Introdução ao Lean Thinking</i> .....                  | 18          |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 3.5.2.    | <i>Valor e desperdício em ambiente no Lean Thinking</i> .....            | 19        |
| 3.5.3.    | <i>Os Sete princípios Lean Thinking</i> .....                            | 20        |
| 3.6.      | FUNÇÃO MANUTENÇÃO .....  | 21        |
| 3.7.      | TIPOS DE MANUTENÇÃO .....  | 21        |
| 3.8.      | TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE .....                                 | 23        |
| 3.8.1.    | <i>definição do TPM</i> .....  | 23        |
| 3.8.2.    | <i>Os cinco princípios chave TPM</i> .....                               | 23        |
| 3.8.3.    | <i>Oito Pilares TPM</i> .....  | 24        |
| 3.9.      | OEE - INDICADOR DA EFICIÊNCIA GERAL DO EQUIPAMENTO .....                 | 26        |
| 3.9.1.    | <i>Cálculos para obtenção do indicador OEE</i> .....                     | 27        |
| <b>4.</b> | <b>ANÁLISE DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO NA ORGANIZAÇÃO</b> .....                 | <b>29</b> |
| 4.1.      | ÂMBITO DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO NA SIMOLDES AÇOS.....                        | 29        |
| 4.2.      | DESCRIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO .....   | 30        |
| 4.2.1.    | <i>Caracterização da organização</i> .....                               | 30        |
| 4.2.2.    | <i>Organigrama</i> .....   | 32        |
| 4.2.3.    | <i>Competências/Lacunas</i> .....  | 32        |
| 4.3.      | EQUIPAMENTOS.....  | 33        |
| 4.4.      | PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO .....  | 37        |
| 4.5.      | ANÁLISE DE DESEMPENHO.....   | 41        |
| 4.6.      | IDENTIFICAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS E ANOMALIAS DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO .....    | 46        |
| <b>5.</b> | <b>PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO</b> .....                                  | <b>49</b> |
| 5.1.      | PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO NA MANUTENÇÃO DA SA .....                     | 49        |
| 5.2.      | FORMAÇÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO LEAN MANUTENÇÃO SA .....                     | 49        |
| 5.3.      | APLICAÇÃO DOS 5S NO SECTOR DA MANUTENÇÃO.....                            | 50        |
| 5.3.1.    | <i>1º passo: seiri - organização</i> .....                               | 51        |
| 5.3.2.    | <i>2º passo Seiton: arrumação</i> .....                                  | 51        |
| 5.3.3.    | <i>3º passo: seiso - limpeza</i> .....                                   | 54        |
| 5.4.      | IMPLEMENTAÇÃO DO TPM NO SECTOR DA MANUTENÇÃO DA SIMOLDES AÇOS.....       | 55        |
| 5.4.1.    | <i>Pilar 1 – Melhorias Individuais</i> .....                             | 55        |
| 5.4.2.    | <i>Pilar 2 – Manutenção Planeada</i> .....                               | 57        |
| 5.4.3.    | <i>Pilar 3 – Estruturação do PM</i> .....                                | 58        |
| 5.4.4.    | <i>Pilar 4 - Formação e Desenvolvimento</i> .....                        | 59        |
| 5.4.5.    | <i>Pilar 5 - Manutenção Autónoma</i> .....                               | 60        |
| 5.4.6.    | <i>Pilar 6 - Manutenção da Qualidade</i> .....                           | 66        |
| 5.4.7.    | <i>Pilar 7 – Gestão</i> .....  | 67        |
| 5.4.8.    | <i>Pilar 8 – Segurança e Meio Ambiente</i> .....                         | 67        |
| 5.5.      | PROPOSTAS DE MELHORIA NAS INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO.....                | 68        |
| 5.6.      | IDENTIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES A IMPLEMENTAR NA ESTRUTURA DA MANUTENÇÃO..... | 73        |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS</b> .....                              | <b>77</b> |
|           | <b>REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS</b> .....                                     | <b>80</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ANEXO A. FLUXOGRAMA DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO SA .....</b>       | <b>82</b> |
| <b>ANEXO B. FLUXOGRAMA DE ETIQUETAS TPM.....</b>               | <b>83</b> |
| <b>ANEXO C. FLUXOGRAMA DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO DESEJADA .....</b> | <b>84</b> |





## Índice de Figuras

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figura 1  | Localização Empresas do Grupo, (SIMOLDES AÇOS 2010).....                     | 8  |
| Figura 2  | Produtos grupo Simoldes sector automóvel (Fonte: Grupo Simoldes, 2011) ..... | 9  |
| Figura 3  | A casa do TPS, (Pinto 2009b). .....  | 14 |
| Figura 4  | Ciclo PDCA, (Pinto 2009e).....   | 17 |
| Figura 5  | Ciclo SDCA e PDCA Melhoria Contínua do desempenho (Pinto 2008b). .....       | 17 |
| Figura 6  | Passos 5S', (Stadnicka, Dorota 2012). .....                                  | 18 |
| Figura 7  | - Lista de Desperdícios, adaptado de (Shingo 1981). .....                    | 20 |
| Figura 8  | Princípios Lean Thinking, adaptado de, (PINTO 2009a). .....                  | 21 |
| Figura 9  | Cinco Princípios TPM, (Pinto 2010). .....                                    | 24 |
| Figura 10 | - Pilares TPM (Pinto 2009). .....  | 24 |
| Figura 11 | Associação OEE – TPM (Santos 2007) .....                                     | 27 |
| Figura 12 | Sala da chefia da manutenção .....   | 30 |
| Figura 13 | Armazém de stock componentes mecânicos .....                                 | 31 |
| Figura 14 | Armazém de stock componentes informáticos/eletrónicos .....                  | 31 |
| Figura 15 | Área circundante equipamentos .....  | 32 |
| Figura 16 | Estrutura equipa de Manutenção .....   | 32 |
| Figura 17 | Fresadoras CNC .....   | 33 |
| Figura 18 | Fresadora Convencional.....  | 33 |
| Figura 19 | Equipamentos de electro-erosão.....  | 34 |
| Figura 20 | Prensa Hidráulica .....  | 34 |
| Figura 21 | Torno Mecânico .....   | 35 |
| Figura 22 | Layout fabril com apresentação do parque de máquinas.....                    | 36 |
| Figura 23 | Códigos internos para equipamentos.....                                      | 37 |
| Figura 24 | Mapa de lubrificação .....   | 40 |
| Figura 25 | Exemplo de equipamento com manual .....                                      | 40 |
| Figura 26 | Exemplo de equipamento munido com esquema de ligações elétricas .....        | 40 |
| Figura 27 | Registo Manutenção presente na SA.....                                       | 42 |
| Figura 28 | Quadro gestão visual .....   | 51 |
| Figura 29 | Etiqueta 5S .....  | 52 |
| Figura 30 | Solução de organização de aprovisionamentos da Manutenção.....               | 52 |
| Figura 31 | Localização vestiário armazém .....  | 53 |
| Figura 32 | Folha de localização de componentes .....                                    | 54 |
| Figura 33 | Kit Limpeza.....   | 55 |
| Figura 34 | Folha para pequenas paragens nos Equipamentos.....                           | 56 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figura 35 | Folha de oportunidade de melhoria nos equipamentos .....                       | 57 |
| Figura 36 | Instrução passo a passo e periodicidade, 1º nível .....                        | 61 |
| Figura 37 | Exemplo de fixação de informação .....   | 62 |
| Figura 38 | Folhas de TPM para controlo das atividades dos operadores calendarizadas. .... | 62 |
| Figura 39 | Etiquetas TPM Quadro de Atividades .....                                       | 64 |
| Figura 40 | Etiquetas TPM quadro de gestão Visual .....                                    | 64 |
| Figura 41 | Sugestões de alertas de segurança / equipamento .....                          | 68 |
| Figura 42 | Folhas estado operacional do equipamento .....                                 | 68 |
| Figura 43 | Identificadores nos equipamentos .....   | 69 |
| Figura 44 | Indicadores sentido abertura de válvulas .....                                 | 69 |
| Figura 45 | Indicadores sentido abertura de válvulas .....                                 | 70 |
| Figura 46 | Marcação da pressão de funcionamento correta .....                             | 70 |
| Figura 47 | Indicador do nível de óleo .....   | 70 |
| Figura 48 | Marcas nos parafusos .....   | 70 |
| Figura 49 | Solução para visualização de filtros .....                                     | 71 |
| Figura 50 | Linhas identificação posição equipamento .....                                 | 71 |
| Figura 51 | Sugestão alertas de identificação pontos inspeção .....                        | 71 |

## *Índice de Tabelas*

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabela 1  | Localização / Número Colaboradores, (SIMOLDES AÇOS 2010). ....         | 8  |
| Tabela 2  | Expansão grupo em Portugal, (SIMOLDES AÇOS 2010). ....                 | 8  |
| Tabela 3  | Produtos Grupo Simoldes Sector automóvel.....                          | 9  |
| Tabela 4  | Ferramentas Lean para alcance melhoria contínua (Fernandes 2009). .... | 15 |
| Tabela 5  | Situação inicial da função manutenção .....                            | 43 |
| Tabela 6  | Tempos de paragem equipamentos .....                                   | 44 |
| Tabela 7  | Etiquetagem de Consumíveis por Prioridades.....                        | 53 |
| Tabela 8  | Avaliação atual dos operadores sector Erosão .....                     | 59 |
| Tabela 9  | Lista de códigos de componentes .....                                  | 63 |
| Tabela 10 | Estudos passíveis de realização (TPM) .....                            | 66 |

## *Índice de Diagramas*

|  |    |
|--|----|
| Diagrama 1 Gantt de Calendarização em semanas.....             | 5  |
| Diagrama 2 – Fluxograma simplificado da função Manutenção..... | 39 |

## *Acrónimos*

|         |   |  |
|---------|---|--|
| APMI    | – | Associação Portuguesa de Manutenção Industrial |
| CEFAMOL | – | Associação Nacional da Industria de Moldes     |
| CLT     | – | Comunidade Lean Thinking                       |
| CNC     | – | Controlo numérico computadorizado              |
| DRP     | – | Distribution Requirements Planning             |
| ERP     | – | Enterprise Resource Planning                   |
| EUA     | – | Estados Unidos da América                      |
| IGM     | – | Industria Global de Moldes                     |
| IMA     | – | Indústria Moldes Azeméis                       |
| JIPM    | – | Japan Institute of Plant Maintenance           |
| JIT     | – | Just In Time                                   |
| MDA     | – | Moldes de Azeméis                              |
| MTBF    | – | Mean Time Between Failures                     |
| MTTR    | – | Mean Time to Repair                            |
| OEE     | – | Overall Equipment Effectiveness                |
| PM      | – | Prevenção Manutenção                           |
| PME     | – | Pequena e Média Empresa                        |
| SA      | – | Simoldes Aços                                  |

- SP – Simoldes Plásticos
- Tdown – Down Time, Intervalo de tempo em que o equipamento esta parado
- TMC – Toyota Motors Company
- TPM – TPM – Total Productive Maintenance
- TRi – Time to repaire, Tempo de Reparação
- TTRi – Time Total to Repaire, Tempo total despendido na reparação da avaria i
- Tup – Up Time, disponibilidade da máquina de operação em boas condições
- WTi – Waiting time, Tempo de espera para Intervenção

# 1. INTRODUÇÃO

O Tema da dissertação apresentado foi desenvolvido em parceria com a empresa SIMOLDES AÇOS, tendo como base a aplicação de metodologias Lean na manutenção.

Este projeto foi desenvolvido pelo aluno Nuno Alfredo Morais Treno, nº 1060579, estudante do 2º Ano do Mestrado de Engenharia Mecânica, especialização em Gestão Industrial do estabelecimento de Ensino, ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto.

## 1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O desenvolvimento desta dissertação enquadra-se na promoção e análise do processo de manutenção e a avaliação do desempenho na realidade da organização SIMOLDES AÇOS.

Este estudo teve em vista a análise das atividades de manutenção por forma a obter uma melhoria global da função manutenção. Nesse sentido, entre as melhorias propostas encontra-se a criação de um plano de manutenção preventiva, providenciar melhorias a partir dos procedimentos de manutenção total nos vários processos do sector produtivo, e acompanhamento da implementação de melhorias.



## **1.2. OBJETIVOS**

Para a elaboração do presente projeto, foram definidos os seguintes objetivos:

- Identificação das áreas de melhoria na função manutenção da empresa Simoldes SA;
- Análise, estudo da aplicação e implementação das metodologias Lean na manutenção numa empresa industrial;

## **1.3. METODOLOGIA**

Para a elaboração do presente projeto, procedeu-se de acordo com as seguintes etapas:

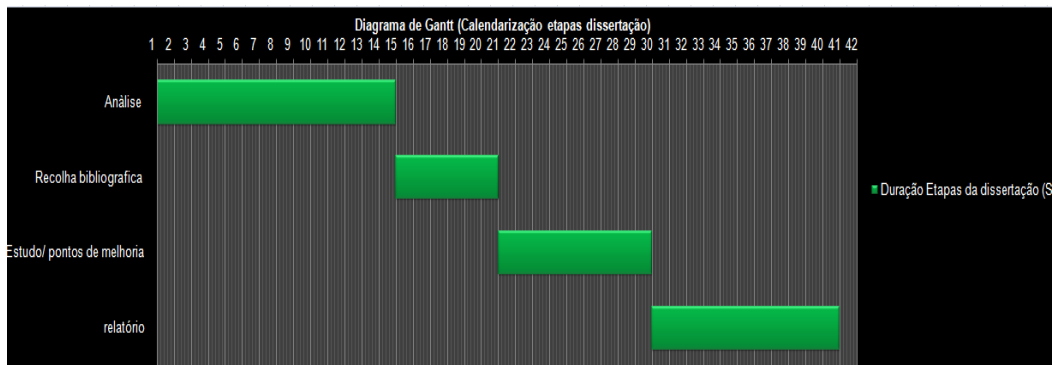
- Análise e recolha de dados do caso de estudo;
- Caracterização das operações e atividades de manutenção de forma pormenorizada;
- Identificação dos possíveis parâmetros de melhoria;
- Definição dos planos de manutenção e dos procedimentos TPM;
- Desenvolvimento das propostas de melhoria ao setor da manutenção;
- Implementação dos planos de manutenção e análise de resultados obtidos, bem como elaboração do relatório da Dissertação.

## **1.4. CALENDARIZAÇÃO**

Para o correto planeamento do trabalho realizado, foi definido um cronograma com o detalhe necessário para a execução do mesmo. De seguida, são apresentados as atividades desenvolvidas bem como os períodos de execução:

- Janeiro a Abril 2012 – Análise do atual processo de manutenção da empresa, estabelecendo pontos de melhoria e recolha da informação;
- Abril a Maio 2012 - Recolha bibliográfica sobre a temática em estudo;
- Maio a Julho 2012 - Estudo aprofundado dos pontos de melhoria;

- Julho a Agosto 2012 – Elaboração escrita do relatório.



**Diagrama 1 Gantt de Calendarização em semanas**

## 1.5. ESTRUTURA DO RELATÓRIO

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. O Capítulo 1 apresenta uma introdução ao tema da dissertação e descreve a estrutura da tese. O Capítulo 2 enquadra o projeto da dissertação com a empresa Simoldes Aços. No capítulo 3, são apresentados os fundamentos teóricos que servirão de base à dissertação. O Capítulo 4 caracteriza o estado atual da função manutenção na Simoldes Aços incidindo na área onde esta dissertação se desenrolou. No âmbito do Capítulo 5 são apresentadas as propostas de melhoria para o sector da manutenção. E por fim no Capítulo 6 são apresentadas as conclusões do trabalho efetuado, bem como sugestões de futuros trabalhos.



## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO

### 2.1. APRESENTAÇÃO DO GRUPO SIMOLDES

Grupo fundado em 1959 e liderado desde 1981 pelo Comendador António da Silva Rodrigues, Maria Aldina Fernandes Valente e Rui Paulo Valente Rodrigues. Representa um dos mais prestigiados grupos internacionais no fabrico de moldes para a indústria automóvel patenteando-se pelo profissionalismo dos colaboradores, regendo-se por princípios de qualidade, preservação do meio ambiente, higiene e segurança, com o intuito de reconhecimento pelos clientes como empresa líder.

### 2.2. CONSTITUIÇÃO DO GRUPO

Atualmente o grupo encontra-se dividido em duas áreas de negócios:

- Moldes



A área de atividade da Divisão de moldes incide na produção de moldes para injeção de termoplásticos contando com dez empresas sendo seis localizadas em Portugal.

- Plásticos



A Divisão de Plásticos é especializada na produção de peças injetadas de materiais plásticos contando com sete empresas sendo três localizadas em Portugal.

Ambas as divisões complementam-se permitindo ao cliente ter um serviço completo desde o estudo e desenvolvimento do produto, construção do molde de injeção, e a consequente produção e entrega do produto final. Face ao relevo dos clientes de carácter internacional a organização instaurou estruturas de fornecimento de serviços em pontos geográficos estratégicos, melhorando a comunicação, verbal e cultural.

**Tabela 1 Localização / Número Colaboradores, (SIMOLDES AÇOS 2010).**

| Localização / Numero colaboradores Grupo SIMOLDES |           |             |
|---|-----------|-------------|
| <b>Divisão Aços</b>                               |           |             |
| SIMOLDES AÇOS                                     | Portugal  | 188         |
| MDA   |           | 258         |
| IMA   |           | 132         |
| IGM   |           | 83          |
| MECAMOLDE   |           | 44          |
| ULMolde   |           | 55          |
| ACS Alemanha                                      |           | Alemanha    |
| ACS França  | França    | 4           |
| ACS Argentina                                     | Argentina | 32          |
| SAB   | Brasil    | 143         |
|   |           | <b>950</b>  |
| <b>Divisão de Plásticos</b>                       |           |             |
| SIMOLDES PLASTICOS                                | Portugal  | 628         |
| PLASTAZE  |           | 316         |
| INPLÁS  |           | 324         |
| SPPPolónia  | Polónia   | 315         |
| SPFrança  | França    | 179         |
| SPB - Curitiba                                    | Brasil    | 201         |
| SPB - S. Paulo                                    |           | 379         |
|   |           | <b>2342</b> |



**Figura 1 Localização Empresas do Grupo, (SIMOLDES AÇOS 2010).**

### 2.3. DIVISÃO DE MOLDES

O grupo seguiu uma evolução de acordo com a tabela 2, verificando-se o início da atividade dos plásticos (produção em serie), na década de 80, seguindo-se o crescimento de mais duas instituições, MDA e IMA, estando o primeiro mais virado para a produção de moldes de grande porte. Já no novo milénio o grupo aglomerou mais organizações dando continuidade a sua crescente e continua evolução.

| Implantação Empresas Portugal |                    | DATAS |   |                         |                  |
|-------------------------------|--------------------|-------|---|-------------------------|------------------|
| Década 80                     | SIMOLDES PLASTICOS |       |   |                         |                  |
| Após anos 90                  | MDA                | 1993  | Moldes técnicos alto rigor e alto porte, até 100 Ton.                         | para-choques            | tabliers         |
|                               | IMA                | 1995  | Moldes em Aço para injeção de termoplásticos de pequeno, medio e grande porte | painéis de porta        | spoilers         |
| Novo milénio                  | IGM                |       |   | cavas de roda           | oticas           |
|                               | MECAMOLDE          |       |   | painéis de porta        | pilares          |
|                               | ULMOLDE            |       |   | componentes audio-video | eletrodomésticos |

**Tabela 2 Expansão grupo em Portugal, (SIMOLDES AÇOS 2010).**

## 2.4. SIMOLDES AÇOS

Pioneira do grupo e intitulada de “casa mãe”, classifica-se como a escola para as restantes infraestruturas do grupo. Atua no sector dos moldes desde Novembro de 1959 e atualmente possui uma área total de 15.725m<sup>2</sup> de terreno com área coberta de 12.200m<sup>2</sup> em que 7.500m<sup>2</sup> correspondem ao sector produtivo. Na sua realidade contemporânea 99% dos seus esforços estão direcionados ao sector automóvel.

Por forma a ter a creditação dos clientes, a empresa é detentora da implementação de Sistemas de Gestão de qualidade cumprindo com as normas mundialmente reconhecidas NP EN ISSO 9001.

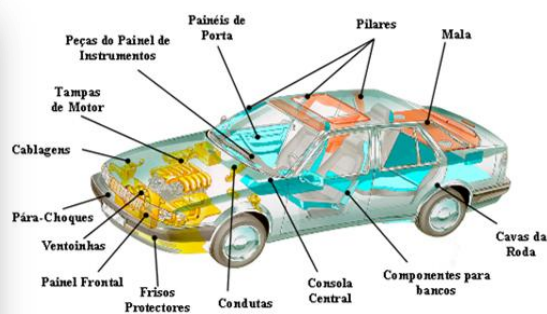
## 2.5. PRODUTOS E SERVIÇOS DA SIMOLDES AÇOS

As empresas que constituem o grupo detêm de uma rede de CAD/CAM de mais de 200 estações, equipadas com sistemas CATIA e Unigraphics permitindo adaptar as demais necessidades dos clientes. Assim é possível de conceber e desenvolver moldes para os mais diversos tipos de peças plásticas, e com o apoio das empresas do sector dos plásticos a (produção em série).O Grupo tem capacidade para produzir moldes até 120 toneladas de peso, e está munido de máquinas de injeção de 35T até 3200T.

- Sector Automóvel.

**Tabela 3 Produtos Grupo Simoldes Sector automóvel**

| sector automóvel              |                             |                         |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| peças interiores              | Peças Exteriores            | Peças Motor             |
| painéis de instrumentos       | Para-choques dianteiro e    | grelhas Capô            |
| Painéis das portas            | Spoilers frontal e traseira | HVAC (Unidades de       |
| Consolas                      | Grades frontais             | extremidades dianteiras |
| Pilares                       | Para lamas                  | tampas Motor            |
| Componentes dos assentos      | Protetores de rodas         | Porta ventiladores      |
| Injeção a baixa pressão sobre | Painéis de rotação da       | Protetores de cabos     |
|                               | Caixas de luz               | Caixas de Filtros       |
|                               | Carroçaria e tejadilho      |                         |
|                               | Porta traseira              |                         |
|                               | Painéis laterais traseiros  |                         |
|                               | Componentes do telhado      |                         |



**Figura 2 Produtos grupo Simoldes sector automóvel (Fonte: Grupo Simoldes, 2011)**

- Setor de motorizado - O Grupo Simoldes fornece ferramentas para projetos completos dos modelos BMW e Yamaha.

- Outros sectores - O Grupo Simoldes está apto a fornecer um serviço completo aos seus clientes, de conceção e desenvolvimento de ferramentas (Utensílios domésticos, Eletrônica, Manuseamento de materiais e embalagem).
- Serviços - Equipado com ferramentas de Controlo Dimensional, tratamento e verificação de peças elétricas que permite ao Grupo ter vários serviços disponíveis para satisfazer os seus clientes: consultoria, fabricação de ferramenta protótipo de crash-test, desenvolvimento de desenhos de peças e análise de viabilidade, Moldflow e análise térmica, fornecimento de dispositivos de movimentação e fornecimento de aparelhos de medição para controle dimensional.

## **2.6. ENQUADRAMENTO DA INDÚSTRIA DOS MOLDES**

### **2.6.1. HISTÓRIA INDÚSTRIA PORTUGUESA DE MOLDES**

A primeira Indústria de Moldes para peças plásticas surgiu 1943, na Marinha Grande, tendo concebido o primeiro molde de injeção para plástico em 1945. A sua atividade progrediu nas cidades da Marinha Grande e Oliveira de Azeméis, evoluindo através da procura de informação das tecnologias estrangeiras. Em 1955 deu-se início da exportação com a venda dos primeiros moldes à Grã-Bretanha e em 1980 exportava-se para mais de 50 países.

### **2.6.2. ATUALIDADE DA INDÚSTRIA PORTUGUESA DE MOLDES**

“Portugal ocupa um lugar cimeiro, a nível mundial, no âmbito da Indústria de Moldes para plásticos”; “A sua escolha baseia-se na perícia e experiência dos fabricantes de moldes portugueses, ao nível das normas de qualidade, assistência técnica, prazos de entrega, preços praticados e capacidade tecnológica.” (CEFAMOL. 2010).

Portugal contém 532 empresas, com dimensão de PME (Pequena e Média Empresa), empregando cerca de 8250 funcionários e é reconhecido como um dos maiores fabricantes mundiais de moldes exportando cerca de 90% da sua produção total. Esta indústria segue uma tendência para se dedicar a áreas de atuação específicas, especializando-se em moldes de grande porte, porte de maior precisão, cavidades e polimentos.

A exportação nacional em 2010 incidiu sobre 80 mercados (países) distintos colmatando em 318 milhões de euros dos 350 milhões da produção total, tendo sido verificada a tendência de crescimento aumentando de 234,23 para 259,2 milhões de euros de 2000 para 2010.

➤ Mercados alvos

A indústria dos moldes incide essencialmente no mercado europeu representando nos últimos anos cerca de 80% do total de exportações do país e focalizando esforços principalmente para o sector automóvel que se afirmou no mercado cliente tendo passado de 14% para 72% de 1991 a 2010.





## 3. REVISÃO DO ESTADO DE ARTE

### 3.1. TOYOTA PRODUCTION SYSTEM (TPS)

#### 3.1.1. HISTÓRIA / EVOLUÇÃO TPS

Entre 1939 e 1945, devido à segunda grande guerra, o Japão apresentava inúmeras dificuldades a nível de recursos (pessoas, espaço, materiais, etc.). Para permanecer em atividade a Toyota Motor Company (TMC), apresentou como solução a inovação dos produtos, mantendo a elevada qualidade a custos reduzidos. Esta etapa foi alcançada a partir do desenvolvimento de um sistema produtivo (TPS – Toyota Productive System).

O TPS revolucionou a indústria automóvel tendo como base a melhoria contínua, através da interação entre todos os colaboradores, pelas práticas poka-yoke (prevenção dos erros), desenvolvimento do sistema de controlo kanban e sistema “pull”.

Este sistema iniciou-se por Taiichi Ohno (1912-1990) nos anos 1940 e mais tarde por Shigeo Shingo (1908-1990), sendo a base de inúmeros sistemas produtivos de diversas organizações que foram assimilando os seus conceitos adaptando-os à sua realidade.

A estrutura esquemática da filosofia TPS apresenta um edifício que aglomera várias divisões que estão profundamente ligadas, como se segue:



Figura 3 A casa do TPS, (Pinto 2009b).

Na figura 5 são destacados:

- JIT – produzir em tempo certo e na quantidade adequada;
- Jidoka (automação humana) – obtenção de condições para o aumento da rentabilidade e perfeição dos processos, minimizando desperdícios (erros/atrasos);
- Heijunka (programação nivelada) – obtenção de condições para manter o fluxo contínuo e estável;
- Processos estáveis e normalizados – leva a uma gestão simplificada dos processos;
- Melhoria contínua – ação contínua focalizada na melhoria do desempenho da organização, eliminando desperdícios interagindo com os demais colaboradores da empresa.

A sustentabilidade das práticas de melhoria contínua ao longo do tempo e os sucessos alcançados pelo TPS incentivou outras entidades Japonesas a adotar estas técnicas, promovendo uma generalização que originou a filosofia JIT. Esta filosofia evoluiu ao longo de quatro décadas culminando no que mais tarde se veio a designar como Lean Production.

### 3.1.2. MÉTODOS E PRÁTICAS DE SUSTENTAÇÃO DO TPS

A implementação deste sistema de produção exige a mudança cultural da organização por forma a evoluir, sendo a maior dificuldade a resistência à mudança. Assim, deve iniciar-se no topo hierárquico, progredindo ao longo da estrutura atingindo todos os colaboradores. Uma outra dificuldade incide na melhoria contínua, pois os operadores apenas se limitam a efetuar a função específica. Deste modo a metodologia estende-se a todos os recursos humanos que têm conhecimento e experiência na empresa, podendo contribuir em conjunto para a promoção de soluções aos problemas presentes.

Em paralelo com a formação e treino, a filosofia TPS recorre a outras ferramentas e métodos para colmatar os desperdícios e aumentar a produtividade conforme identificado na Tabela 4.

**Tabela 4 Ferramentas Lean para alcance melhoria contínua (Fernandes 2009).**

|  |                         |                        |           |                   |
|--|-------------------------|------------------------|-----------|-------------------|
| Análise da cadeia de valor<br>Value Stream Mapping | 5S'                     | Gestão Visual          | TPM       | Melhoria contínua |
|  | Operações Standard      | Flexibilidade          | SMED      |                   |
|  | Layouts Eficientes      | Heijunka               | Kanban    |                   |
|  | Redução de desperdícios | Kaizen                 | Jidoka    |                   |
|  | Trabalho de equipa      | Resolução de Problemas | Poka-Yoke |                   |



## 3.2. JUST IN TIME

A filosofia JIT assenta em três ideias básicas:

- Integração e Otimização de todo o processo de fabrico - JIT dá ênfase ao valor dos produtos ou serviços procurando eliminar os desperdícios, (inspeções, stocks, etc.);

- Melhoria Contínua - este pensamento tem o objetivo de incrementar o desenvolvimento dos colaboradores pelo compromisso e interligação de todos os membros da organização; a filosofia JIT apoia o incremento de sistemas internos que proporcionam a melhoria constante dos processos, procedimentos e elementos da instituição;
- Receção e Resposta às necessidades dos clientes - a entidade compromete-se a satisfazer o cliente nas especificações exigidas (cumprindo os prazos de entrega, qualidade e custo dos produtos).

### **3.3. MELHORIA CONTÍNUA**

A melhoria contínua “caracterizada pela insatisfação e pela constante procura de melhores resultados” (Pinto 2009e), incentiva a procura ativa de oportunidades de melhoria pelos colaboradores e visa resolver os problemas que vão surgindo. Este processo deve ser encarado como um hábito.

Pressupõe a identificação de etapas a aperfeiçoar nos erros cometidos, incentivando e recompensando quem os reconhece e soluciona. Assim, permite evidenciar os níveis de desempenho dos colaboradores.

A evolução no sentido da melhoria rege-se pelo ciclo de melhoria contínua (ciclo PDCA). Esta metodologia requer tempo de adaptação para obter resultados.

#### **3.3.1. CICLO DE MELHORIA PDCA / SDCA**

O PDCA também conhecido por ciclo de Shewart ou ciclo de Deming é uma ferramenta simples que se encontra no núcleo da filosofia de melhoria contínua. Foi introduzida no Japão em 1950, por WE Deming e segundo este está dividida em quatro fases básicas (Pinto 2008):

- Planear (PLAN) – definir as metas a cumprir (melhorias) com planos de ação;
- Executar (DO) – implementar o plano definido na etapa PLAN;
- Verificar (CHECK) – Verificação dos resultados do plano efetuado e da conformidade das melhorias implementadas;

- Agir (ACTION) – atuar no processo em função dos resultados recolhidos, análise e redução dos desvios.

É uma ferramenta de gestão e de tomada de decisão. Procura responder às necessidades e exigências dos clientes. Identifica as causas de problemas e resolve-os aplicando a melhor solução.

É um processo cíclico e contém múltiplas variáveis (o que provoca alguma instabilidade). Assim, após a implementação da ação é necessário uma frequente manutenção dos processos e a criação de padrões de referência recorrendo ao ciclo SDCA, (ver figura 5). Evitando recuos de processo.

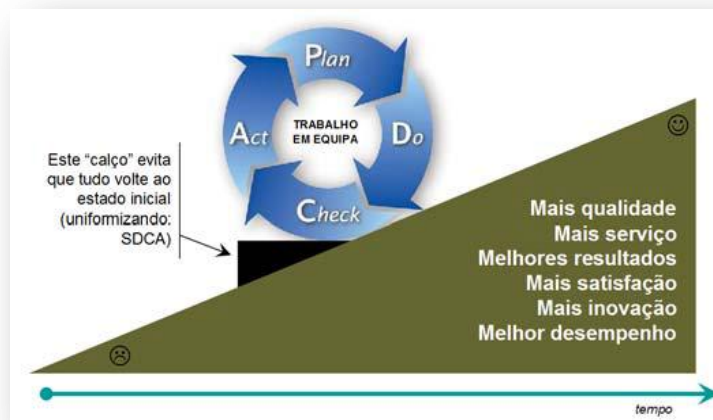


Figura 4 Ciclo PDCA, (Pinto 2009e).

SDCA é uma adaptação do ciclo PDCA em que o “P” de (Plan) substitui-se por “S” de (Standardize). Assim, é possível estabilizar e sustentar as melhorias implementadas.

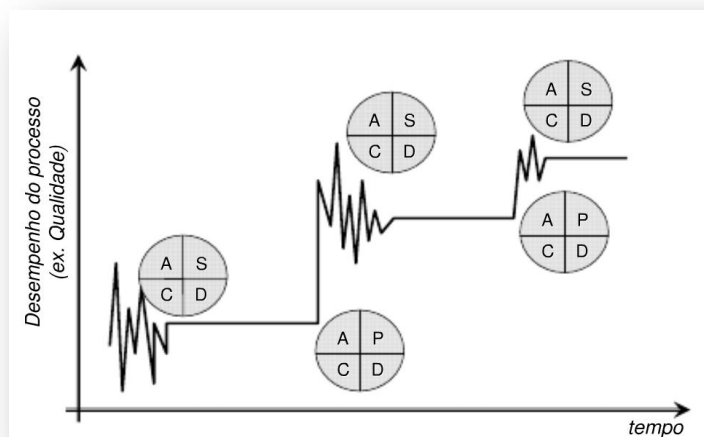


Figura 5 Ciclo SDCA e PDCA Melhoria Contínua do desempenho (Pinto 2008b).

### 3.4. 5S'

Os 5S é uma ferramenta que visa a organização do local de trabalho proporcionando maior produtividade e segurança. Através da sua política de organização favorece a eficiência do posto. A designação 5S deve-se às iniciais das práticas de bom senso em japonês de onde a técnica é oriunda: Seiri (organização) é o “senso de utilização”; Seiton (arrumação) é o “senso de tudo no seu lugar”; Seizo (limpeza) é o “senso de que a limpeza é fundamental para a melhoria”; Seiketsu (uniformização) é o “senso de conservação”; e Shitsuke (disciplina) é o “senso de responsabilidade”.

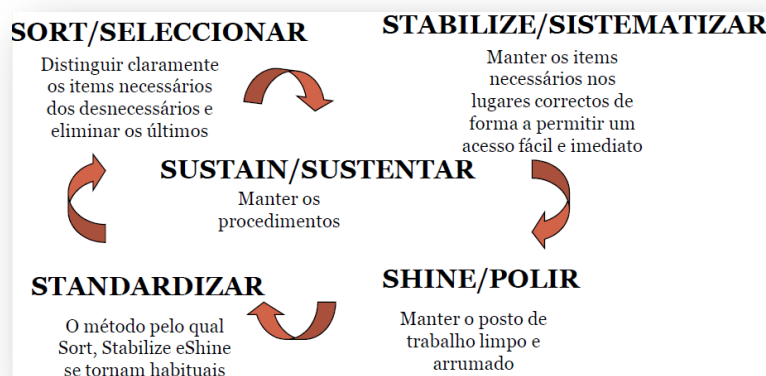


Figura 6 Passos 5S', (Stadnicka, Dorota 2012).

A implementação desta técnica deve ser a base da melhoria contínua. Assim, permite a existência dum posto de trabalho seguro e livre de riscos, garantindo a existência de um lugar para tudo. Trata-se de uma filosofia que favorece a visualização dos problemas existentes (desperdícios), permitindo atuar neles e elimina-los.

## 3.5. PRODUÇÃO LEAN

### 3.5.1. INTRODUÇÃO AO LEAN THINKING

De acordo com João Paulo Pinto (Pinto 2009b), “Lean Thinking” é uma fase evoluída do sistema de produção desenvolvido pela Toyota (TPS), que teve o seu início nos anos 1950 por Taiichi Ohno (1912 - 1990). Este sistema foi desenvolvido com um conjunto de ferramentas e métodos práticos ao nível operacional e apoiado na filosofia de produção da Toyota. A principal barreira na implementação desta metodologia é a

resistência à mudança, uma vez que as dificuldades de implementação e da aplicação prática são reduzidas e a sua utilização apresenta resultados evidentes após um curto espaço de tempo.

A filosofia Lean de produção surgiu no âmbito da gestão empresarial por James Womack e Daniel Jones (Womack, Jones 1996) passando a ser aplicada nos conceitos da gestão, com reconhecimento e aplicabilidade a nível mundial. Classifica-se como a criação de valor através da constante eliminação do desperdício.

Este pensamento tem como base de suporte os resultados obtidos pela Toyota Motors Corporation, (TMC), a qual atingiu o lugar cimeiro como fabricante da indústria automóvel em 2007.

### **3.5.2. VALOR E DESPERDÍCIO EM AMBIENTE NO LEAN THINKING**

Esta filosofia apresenta duas noções bem diferenciadas, nomeadamente: valor e desperdício (Pinto 2009b).

#### ➤ Valor

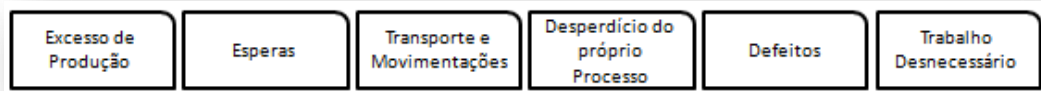
É quantificado pela satisfação do cliente face ao produto fornecido. Este conceito é determinado pelas empresas de forma direta (pessoas que se servem dos seus produtos ou serviços), ou indireta (focando os funcionários, acionistas e a sociedade em geral promovendo o desenvolvimento da empresa).

#### ➤ Desperdício

São as atividades que não acrescentam valor, e que levam os produtos ou serviços disponibilizados no mercado apresentarem custos superiores face a concorrência.

Shingo (1981) promoveu uma lista de desperdícios aquando de um estudo de TPS como se apresenta na figura 7. Nomeadamente foi identificado produção acima das necessidades, longos períodos de espera de materiais e ferramentas, presença de obstáculos na área produtiva que dificultam o transporte e movimentações na área fabril, os próprios desperdícios do processo, assim como elevados números de não conformidades e ações de retrabalho.





**Figura 7 - Lista de Desperdícios, adaptado de (Shingo 1981).**

Posteriormente por Brunt et al (1998) foram definidas classes de desperdícios que de igual modo têm aplicabilidade aos serviços, nomeadamente:

- Não utilização do potencial humano;
- Desperdício da utilização de sistemas incorporados (aplicação incorreta de sistemas e de tecnologias);
- Desperdício de energia (o que leva a necessidade de desenvolver práticas de lean energy);
- Desperdício de materiais;
- Desperdícios nos serviços e escritórios;
- Desperdício do tempo do cliente.

### **3.5.3. OS SETE PRINCÍPIOS LEAN THINKING**

Inicialmente surgiram cinco princípios da filosofia lean thinking segundo Womack e Jones (1996): Criar valor; Definir a cadeia de valor; Otimizar o fluxo; Sistema pull e Perfeição. Estes princípios seguem uma sequência que serve como orientação para implementação da filosofia Lean nas organizações.

Estes princípios apresentam no entanto lacunas porque se centralizam na cadeia de valor do cliente bem como promovem a entrada em ciclos infundáveis de redução de desperdícios, não atendendo à criação de valor através da inovação de produtos, serviços e processos.

De forma a combater as falhas mencionadas a Comunidade Lean Thinking, (CLT 2008), propôs a revisão dos princípios Lean Thinking com a adição de dois princípios, “Conhecer o stakeholder”, e “Inovar sempre”.

Implementar o sistema pull nas cadeias de valor, em que o fabrico é coordenado pelo cliente, sendo este o elemento a dar ordem de início ao processo:

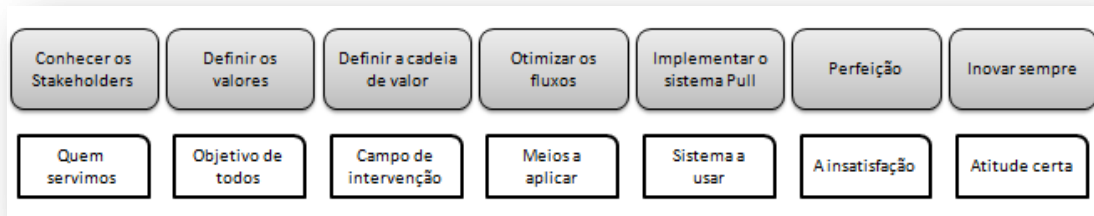


Figura 8 Princípios Lean Thinking, adaptado de, (PINTO 2009a).

### 3.6. FUNÇÃO MANUTENÇÃO

A função manutenção no início da era industrial incidia apenas no retorno das condições normais dos equipamentos com a eliminação dos defeitos e avarias existentes. Atualmente com a introdução dos princípios lean, a função manutenção visa garantir a funcionalidade e disponibilidades das máquinas e instalações, permitindo o correto fluxo produtivo com a minimização dos custos. Na realidade as empresas impõem cada vez mais que a manutenção mantenha a disponibilidade confiável dos equipamentos ao menor custo, o que leva à função manutenção tenha de seguir uma linha de integração com produção e engenharia dos processos e produtos.

### 3.7. TIPOS DE MANUTENÇÃO

A intervenção nos equipamentos pode ser definida de acordo com (Graça 2011):

- Manutenção corretiva/curativa;
- Manutenção preventiva;
- Manutenção Preditiva.

Na realidade estes três tipos de manutenção devem ser implementados nas empresas como uma visão integrada para a função manutenção (Graça 2011).

Nesta visão integrada cada tipo de manutenção apresenta as seguintes características:

- Manutenção corretiva: é efetuada após a ocorrência de uma falha e pode ser dividida em duas formas:
  - Corretiva planeada - não compromete o fluxo produtivo, podendo ser realizada após um plano;
  - Corretiva não planeada – interfere diretamente no fluxo produtivo, sendo necessária intervenção imediata; influencia negativamente o controle de custos bem como os riscos de segurança.
- Manutenção preventiva: incide na deteção de falhas mantendo o funcionamento do equipamento e da linha produtiva de forma eficaz; podendo surgir em duas formas:
  - Preventiva Sistemática - realizada em intervalos predefinidos (Plano de Manutenção), tendo em conta o conhecimento da resistência à fadiga dos equipamentos ou seguindo as normas indicadas pelo fabricante
  - Preventiva não sistemática – Intervenção nos equipamentos preventivamente, não seguindo um padrão regular de tempo, variando em função do desempenho do equipamento.
- Manutenção preditiva: previne falhas, rentabilizando ao máximo o tempo operacional dos equipamentos; as verificações são efetuadas com o equipamento em operação e dessa forma resulta num menor número de intervenções curativas pois as equipas de manutenção estabelecem um plano preventivo em tempo útil.

### **3.8. TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE**

#### **3.8.1. DEFINIÇÃO DO TPM**

O Total Productive Maintenance (TPM) consiste numa metodologia de gestão da manutenção dos equipamentos. Promove a otimização e eficiência dos equipamentos bem como do sistema produtivo, procurando alcançar zero defeitos, zero paragens e zero acidentes. Nesta metodologia de gestão da manutenção existe o envolvimento de todos os colaboradores, desde os operadores até às chefias, proporcionando o desenvolvimento de políticas de manutenção autónoma.

A designação de TPM (Total Productive Maintenance) assenta nos seguintes pontos:

- T – Total: participação de todos os funcionários da organização desde funcionários à gestão de topo, cada um com a sua função.
- P – Produtiva: maximizar a capacidade produtiva; qualidade do produto final; e fiabilidade de funcionamento nos equipamentos da produção.
- M – Manutenção: eficiência elevada; maior durabilidade dos equipamentos; e minimização dos custos totais do sistema produtivo.

#### **3.8.2. OS CINCO PRINCÍPIOS CHAVE TPM**

A filosofia TPM tem a sua base de aplicação nos cinco princípios:

- Maximizar a eficácia global do equipamento: garante um produto com qualidade a partir de um equipamento a trabalhar à velocidade máxima a que foi concebido.
- Melhorar a eficiência e eficácia da manutenção: efetuadas sem desperdícios, proporcionando uma redução de custos associada a manutenção.
- Gestão dos equipamentos e manutenção preventiva no seu ciclo de vida: minimizar as intervenções nos equipamentos, criar registos históricos dos consumíveis e ações efetuadas permitindo futuras decisões seguras e padronizadas.

- Melhorar capacidades dos colaboradores envolvidos (formação): transmitir conhecimento a todos os departamentos.
- Operadores da produção envolvidos em intervenções de manutenção de rotina: através do contributo dos operadores nas atividades de manutenção de rotina nos seus equipamentos respetivos.

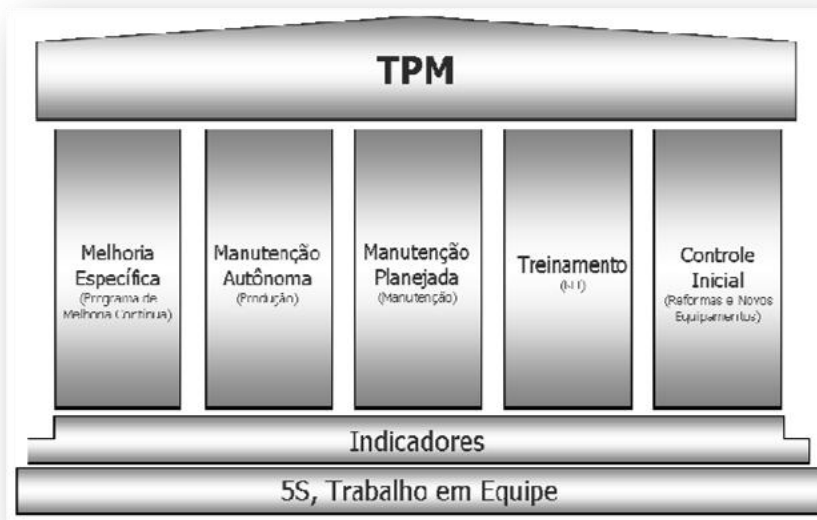


Figura 9 Cinco Princípios TPM, (Pinto 2010).

### 3.8.3. OITO PILARES TPM

Segundo o Japan Institute of Plant Maintenance, JIPM, a metodologia TPM assenta numa estrutura de oito pilares descritos na imagem da figura10:

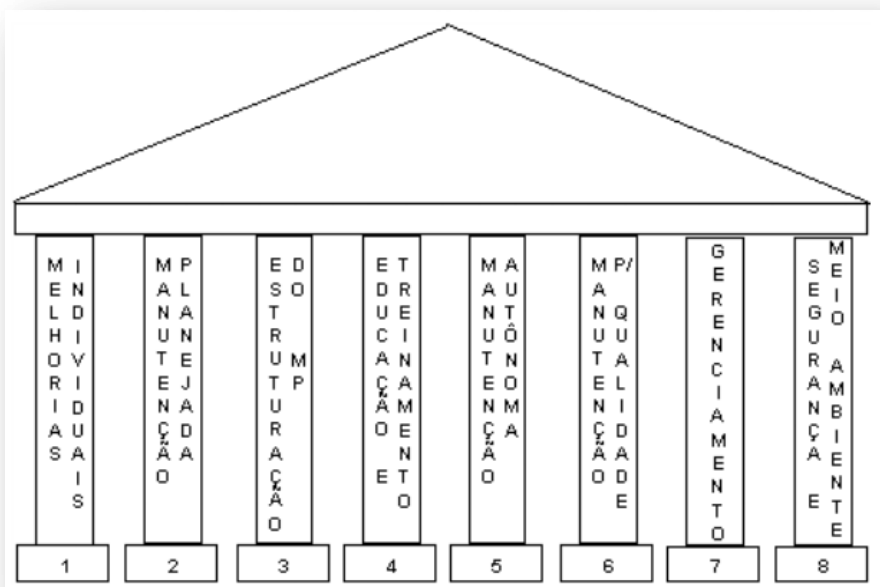


Figura 10 - Pilares TPM (Pinto 2009).

- Pilar 1 - Melhorias Individuais: melhoria contínua, cuja evolução é inerente às sucessivas implementações nos equipamentos, através de estudo da eficiência global destes. Identifica a origem das falhas e assim elimina as perdas associadas
- Pilar 2 - Manutenção Planeada: incutir mudança de mentalidades nos funcionários sobre as perdas e custos provenientes das falhas nos equipamentos, com o intuito de manter os equipamentos isentos de avarias. Estipula uma postura proactiva dos técnicos de manutenção em atividades específicas como inspeções periódicas, registos das paragens e postura de melhoria contínua, antecipando as possíveis falhas. Assim, obtém-se produtos de maior qualidade promovendo a satisfação dos clientes.
- Pilar 3 - Estruturação da prevenção manutenção (PM): elaboração de um histórico relativo às tentativas de implementação de melhorias mal sucedidas. Explica os pontos fracos atuais e reporta-os às equipas de projeto. Esta ação permite às chefias da manutenção planear e desenvolver conceitos de melhoria logo no projeto de novos equipamentos para integra-los em ambientes PM. Assim, evita manutenções curativas, diminui os recursos financeiros associados e respeita as questões de segurança.
- Pilar 4 - Educação e Desenvolvimento: incutir o necessário conhecimento e senso de envolvimento nos colaboradores do sector da manutenção e da produção de modo a poderem intervir nos equipamentos de forma correta e rápida. Este pilar só pode ser atingido com colaboradores versáteis e com vontade de se superarem continuamente.
- Pilar 5 - Manutenção Autónoma: melhorar a eficiência dos equipamentos através de formação técnica de manutenção básica (pequenos reparos e inspeções), incutindo nos operadores o sentido de intervenção e responsabilização, reduzindo a intervenção do sector da manutenção e antecipando possíveis intervenções curativas, rentabilizando o tempo útil. A implementação prévia da ferramenta 5s facilita a execução da manutenção autónoma.
- Pilar 6 - Manutenção da Qualidade: Evitar os defeitos inerentes a qualidade tendo em conta as especificações técnicas e as condições de conceção. Obtendo-se apenas produtos conformes, pois o produto final só atinge a qualidade

requisitada se o equipamento operar em plenas condições de funcionamento, focalizando-se na satisfação do cliente.

- Pilar 7 - Gestão: o setor administrativo tem de criar condições e as práticas necessárias para que em todos os níveis hierárquicos se adotem as técnicas, baseando-se nos zeros desperdícios.
- Pilar 8 - Segurança e Meio Ambiente: alcançar zero acidentes e criar um sistema que preserve a saúde e bem-estar dos colaboradores e do meio ambiente da organização, não esquecendo os desperdícios energéticos. Esta filosofia abrange atividades específicas nomeadamente, rotinas de limpeza, arrumação, e formações de ambiente e segurança industrial.

### **3.9. OEE - INDICADOR DA EFICIÊNCIA GERAL DO EQUIPAMENTO**

A entidade JIPM desenvolveu o indicador OEE - Overall Equipment Effectiveness, a partir das técnicas TPM. Este indicador analisa o desempenho dos equipamentos (incluindo as perdas não planeadas), combinando três fatores como se demonstra na fórmula:

$$OEE = Disponibilidade \times Eficiência \times Qualidade$$

Sendo a disponibilidade, o tempo útil do equipamento para produzir; eficiência, a capacidade de produzir em situações regulares; e qualidade, a medida de qualidade do produto obtido. A figura 11 apresenta uma caracterização das causas de perdas inerentes aos equipamentos.

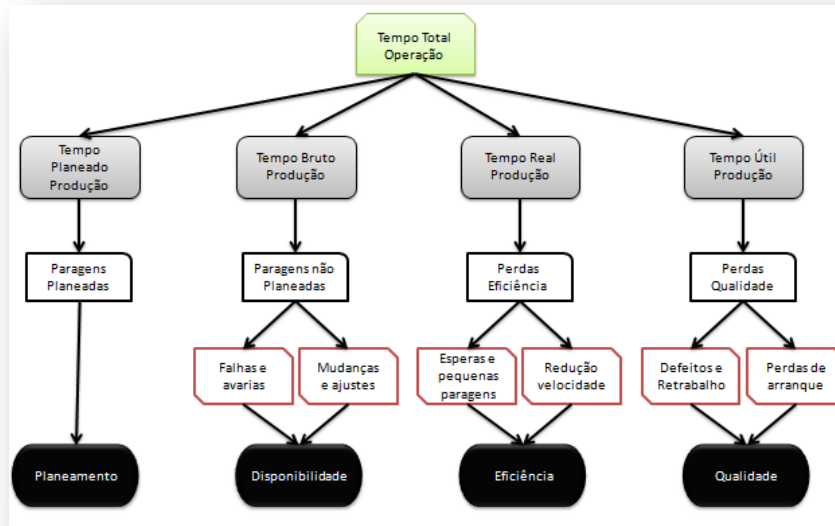


Figura 11 Associação OEE – TPM (Santos 2007)

### 3.9.1. CÁLCULOS PARA OBTENÇÃO DO INDICADOR OEE

De seguida é feita uma explicação da forma como o cálculo do OEE é realizado.

$$OEE(\%) = Disponibilidade(\%) \times Eficiência(\%) \times Qualidade(\%)$$

- Índice de Disponibilidade:

$$Disponibilidade \% = \frac{Tempo\ de\ Produção\ medido}{Tempo\ de\ Produção\ planeado}$$

- Indicador de Eficiência:

$$Eficiência\% = \frac{Quantidade\ de\ Peças\ Produzidas}{Quantidade\ de\ produção\ teórica}$$

- Índice de Qualidade:

$$Qualidade\% = \frac{Quantidade\ peças\ produzidas\ à\ primeira}{Quantidade\ total\ de\ peças\ produzidas}$$



No âmbito do índice de Disponibilidade, os tempos despendidos para a troca de ferramentas, se forem significativos, leva a redução do indicador OEE, justificando-se a aplicação da técnica SMED caracterizada pela troca de ferramenta num minuto.

No contexto da presente dissertação a ferramenta SMED não será caracterizada por não ser usado no âmbito do projeto em estudo.

Num ambiente Lean, em que as necessidades da empresa centram-se na procura do cliente, leva a períodos de tempo em que os equipamentos poderão trabalhar abaixo da capacidade máxima, operando segundo o takt time.

O Takt time é o tempo de ciclo considerado para a determinação do índice de eficiência do OEE e obtém-se pela seguinte expressão:

$$Tack\ Time = \frac{Procura\ do\ produto}{Tempo\ disponivel\ para\ produzir}$$

De acordo com Nakajima (1989) o OEE poderá chegar a índices de 85%. Este valor só poderá ser atingido com índices 90% para disponibilidade; 95% para a performance e 99% qualidade.

## 4. ANÁLISE DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO NA ORGANIZAÇÃO

### 4.1. ÂMBITO DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO NA SIMOLDES AÇOS

Num mercado em que a competitividade aumenta de forma exponencial é necessário utilizar os equipamentos no máximo da sua capacidade. As paragens na produção inerentes às avarias podem representar perdas de elevado impacto, podendo mesmo levar à perda de clientes e consequentemente à degradação da sustentabilidade da organização decorrente das necessidades impostas pelo cumprimento dos compromissos. Assim, o departamento Manutenção é co-responsável por assegurar o fluxo produtivo ao manter em boas condições de funcionamento os recursos produtivos presentes na empresa.

A função Manutenção tem de se ajustar às características dos equipamentos de forma a responder às necessidades da empresa, potenciando as taxas de desempenho dos mesmos. Muitas das soluções para a melhoria dos equipamentos devem-se a comunicação com os operários, pois estes apresentam as suas maiores dificuldades tanto no manuseio, bem como, por vezes, na execução das operações.

## 4.2. DESCRIÇÃO DA ORGANIZAÇÃO

O departamento de Manutenção da Simoldes Aços é responsável pela gestão da manutenção do parque de máquinas existente na planta fabril, e de dois armazéns de stocks de consumíveis ligados à atividade de Manutenção. Os dois armazéns encontram-se divididos por classes de materiais, sendo um reservado a componentes electrónicos e eléctricos, e o segundo componentes mecânicos.

### 4.2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO

Neste seção é feita uma exposição detalhada dos locais de desenvolvimento de atividade da manutenção:

- Direção da Manutenção: local onde se encontra a documentação necessária para a gestão da manutenção na empresa.



Figura 12 Sala da chefia da manutenção

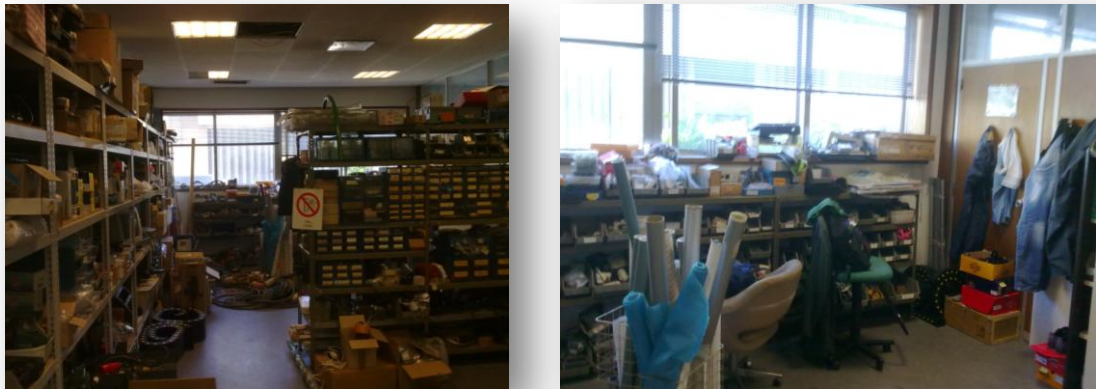
Nos armazéns de stocks de consumíveis:

- Armazém de componentes mecânicos: apesar de ser visível a organização dos consumíveis em estantes, estes não seguem uma disposição lógica, sendo visível elementos de lubrificação em paralelo com consumíveis físicos; a requisição de componentes mecânicos é feita quando há rotura de stock, nomeadamente rolamentos menos solicitados e elementos de custos elevados.



**Figura 13 Armazém de stock componentes mecânicos**

- Armazém de consumíveis de Informática/Electrónica: Este armazém engloba material informático e eletrónico. Encontra-se algo desorganizado; a disposição dos consumíveis não segue uma distribuição lógica, verificando-se elementos espalhados pelo chão assim como roupa suportada nas paredes do armazém.



**Figura 14 Armazém de stock componentes informáticos/eletrónicos**

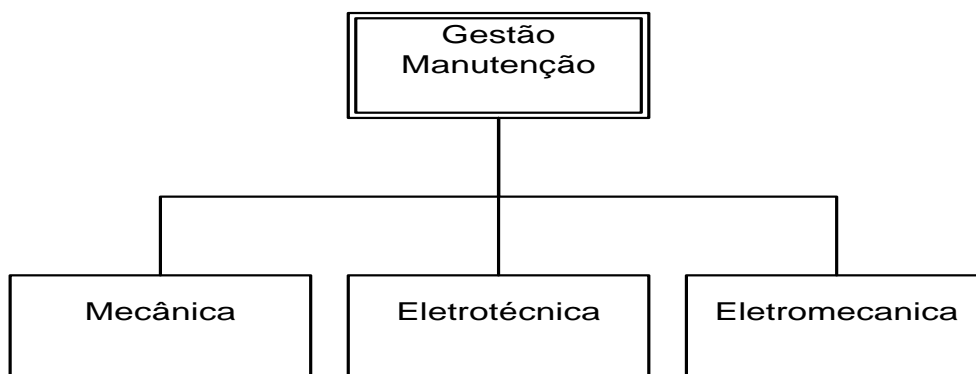
- Produção: verifica-se consumíveis e outros materiais nos equipamentos e zonas circundantes, que não são alvo de utilização o que leva á presença de obstáculos que dificultam o acesso as máquinas.



**Figura 15** Área circundante equipamentos

#### **4.2.2. ORGANIGRAMA**

O departamento de manutenção da empresa Simoldes Aços apresenta uma equipa de intervenção constituída por quatro áreas de atividade. Nomeadamente: Chefia, divisão técnico mecânica, divisão técnico eletrotécnica e divisão técnico eletromecânico.



**Figura 16** Estrutura equipa de Manutenção

#### **4.2.3. COMPETÊNCIAS/LACUNAS**

O responsável do departamento define as ordens de trabalho e transmite-as à sua equipa de acordo com o tipo de problemas que surgem nos aparelhos.

A área Mecânica responsabiliza-se pela intervenção nos equipamentos, cuja origem seja de ordem mecânica.

A gestão recorre a divisão elétrica aquando à necessidade de desenvolver esforços nos problemas de ordem elétrica. Em determinadas situações a divisão Eletromecânica é chamada a prestar auxílio tanto na área elétrica bem como a divisão Mecânica colmatando eventuais necessidades.

É responsabilidade da Gestão da Manutenção: gestão de stocks de consumíveis, melhorias na atividade de manutenção, implementação de soluções de funcionalidade e aprimoramento dos equipamentos e ordens de trabalho.

### 4.3. EQUIPAMENTOS

A unidade fabril é composta por um elevado número de máquinas para a maquinação de aço (ver figura 22).

Face ao tipo de indústria em que a organização se encontra especializada o parque de máquinas detém essencialmente os equipamentos:

- Fresadoras convencionais e CNC de controlo numérico computadorizado. São necessárias para as diversas operações desenvolvidas na maquinação dos moldes



Figura 18 Fresadora Convencional



Figura 17 Fresadoras CNC



- Eletro-erosoras. São usadas para obtenção de frisos e geometrias no aço com características especiais.



**Figura 19 Equipamentos de electro-erosão**

- Prensas Hidráulicas. São utilizadas para os ajustamentos dos moldes.



**Figura 20 Prensa Hidráulica**

- Tornos Mecânicos. São usados para a maquinação de componentes.

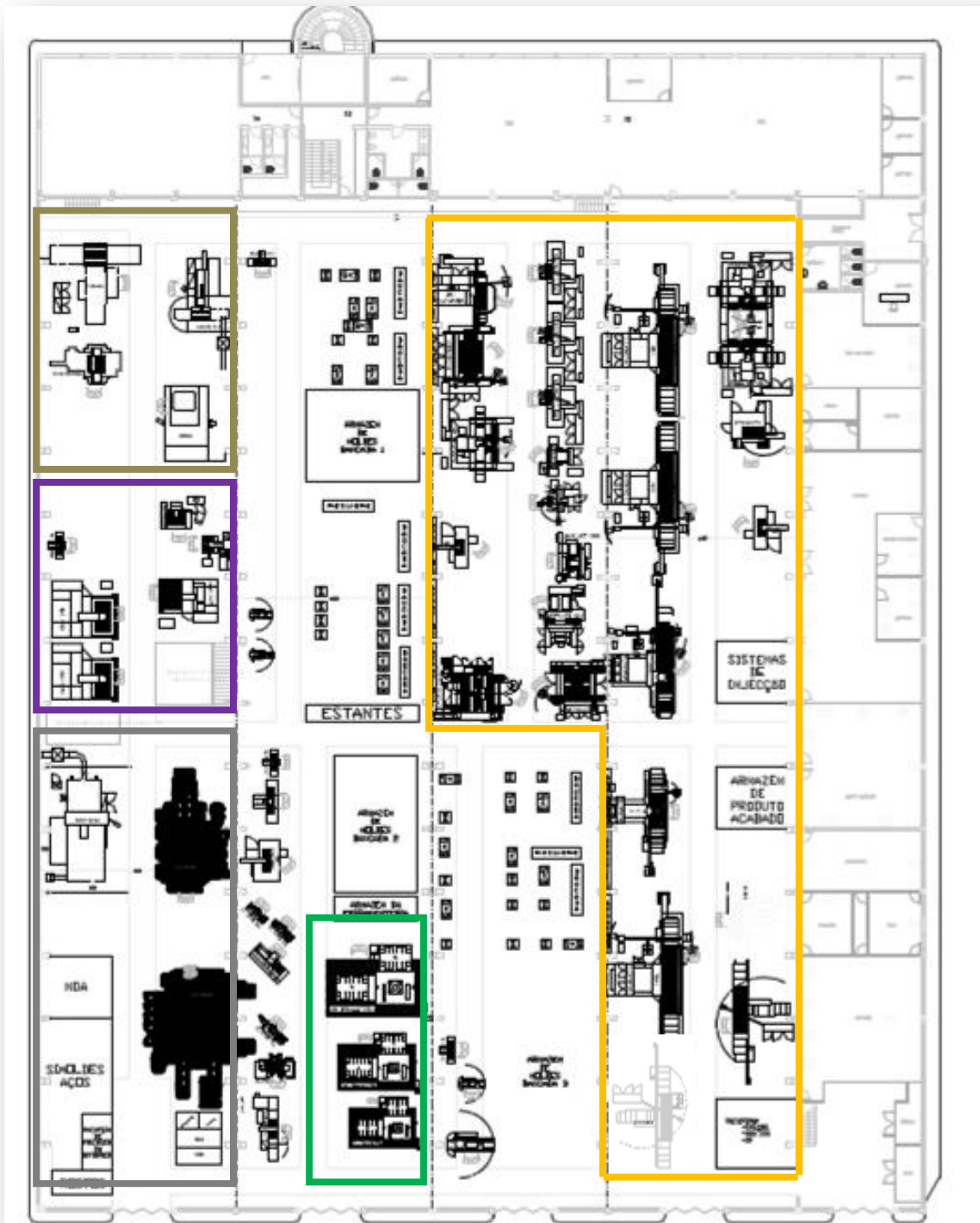


**Figura 21 Torno Mecânico**

De notar que os equipamentos presentes na atualidade, são na sua maioria equipamentos já com alguma antiguidade (alguns com 20 ou mais anos). No seu conjunto, os equipamentos seguem uma linha de manutenção idêntica, o que facilita a adaptação dos colaboradores às atividades de manutenção.



Estes equipamentos encontram-se na unidade fabril, organizados por sectores de acordo com o layout funcional como se ilustra na Figura 22:



Legenda:

— Furação      — Erosão      — Placas      — CNC      — Prensas

Figura 22 Layout fabril com apresentação do parque de máquinas

Como os equipamentos têm especificações muito semelhantes, foi criada uma codificação interna baseada na sua disposição pelos setores de atividade de forma a facilitar a identificação das máquinas.

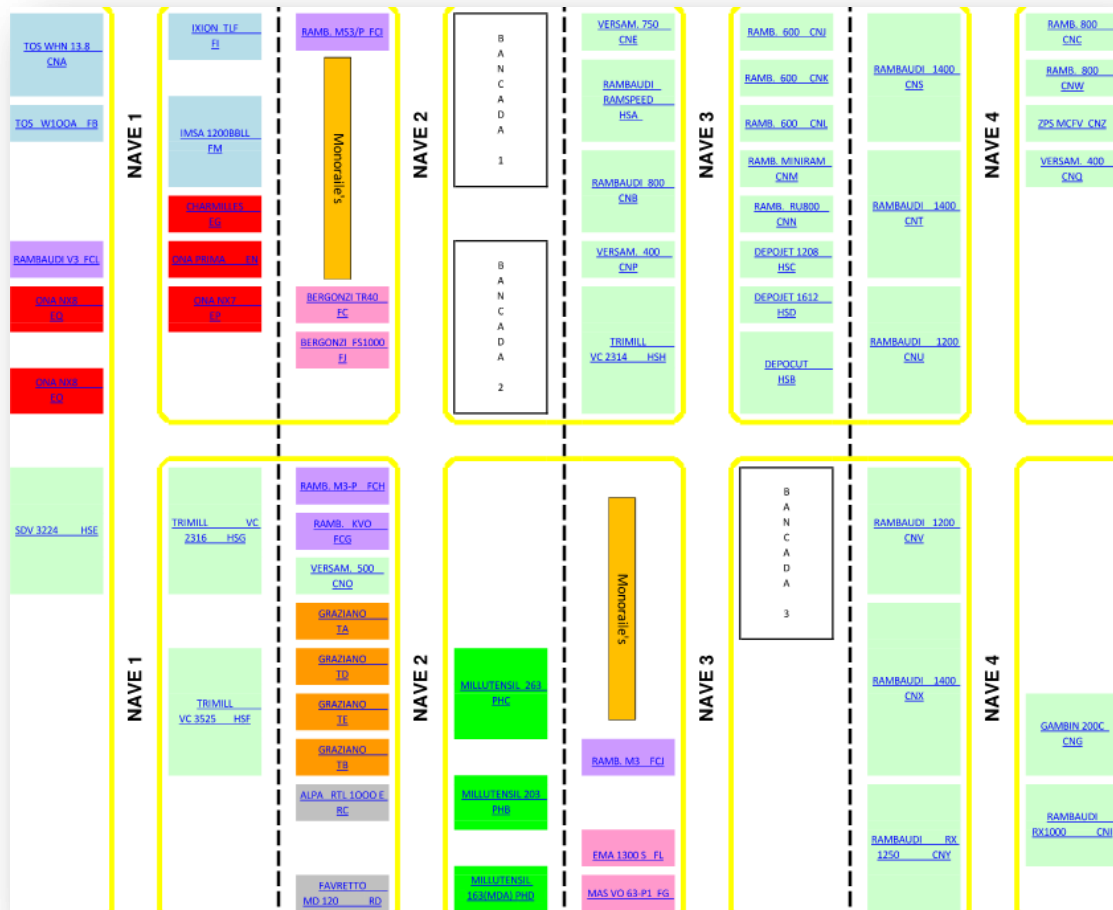


Figura 23 Códigos internos para equipamentos

#### 4.4. PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO

Neste ponto é feita análise dos procedimentos de manutenção desenvolvidos na empresa Simoldes Aços no início deste estudo.

##### 4.4.1. INTRODUÇÃO FUNÇÃO MANUTENÇÃO NA SA

Ao contrário dos restantes sectores do ambiente fabril, as atividades de manutenção são executadas num turno fixo de oito horas, com a exceção do responsável do departamento. Nestas circunstâncias aquando de intervenções em equipamentos que

necessitem operação após o horário do turno, essa intervenção fica imobilizada, até ao início do novo dia laboral.

As intervenções desenvolvidas são na sua maioria curativas, o que leva a que a equipa de manutenção intervenha em modo de urgência na maioria dos alertas recebidos. Esta realidade dificulta grandemente a implementação de práticas de manutenção preventiva.

#### **4.4.2. FLUXO ATUAL DAS ATIVIDADES DA MANUTENÇÃO**

O fluxo de atividades inicia-se com o pedido de intervenção gerado pelos operadores ao departamento de manutenção. De acordo com a experiência do gestor da manutenção, este faz uma análise prévia da anomalia identificando se a equipa já tem conhecimentos de intervenção. Sempre que a avaria não seja de origem conhecida, o responsável recolhe as ferramentas de intervenção que lhe são necessárias, (multímetro, chave de fendas, etc.), e desloca-se ao equipamento para pré-avaliar a origem da anomalia, (de ordem elétrica, informática ou mecânica).

Se as ferramentas disponíveis forem suficientes para realizar a intervenção o chefe de equipa intervém de imediato. No caso das ferramentas e componentes interventivos não se encontrarem diretamente disponíveis, é necessário recorrer ao armazém de stocks para obter esses elementos e/ou efetuar encomendas de material em falta. Assim que se obtenha os elementos necessários para a intervenção, conclui-se a operação.

Por outro lado, se o responsável avalia que o problema tem de ser resolvido por outro elemento da equipa, ou se é de ordem mecânica, este transfere a intervenção para um dos técnicos da área exigida. Nesta fase, e caso o técnico anteveja a solução, recolhe as ferramentas necessárias para a operação e dirige-se à máquina. Em situações que o técnico apresente dúvidas para a resolução, recorre as ferramentas básicas de intervenção antes da deslocação ao equipamento. Após a chegada do técnico à máquina, este promove uma reavaliação do problema e analisa a necessidade de utilização de outras ferramentas ou componentes. Sempre que não detenha as ferramentas necessárias ou os componentes, recorre ao armazém de stocks ou encomenda em caso de inexistência. Assim que reúna as condições de intervenção, repara o equipamento, limpa o local de trabalho e comunica a conclusão da intervenção.

Segue-se uma versão mais compacta do fluxograma da função Manutenção que se apresenta no Anexo A.

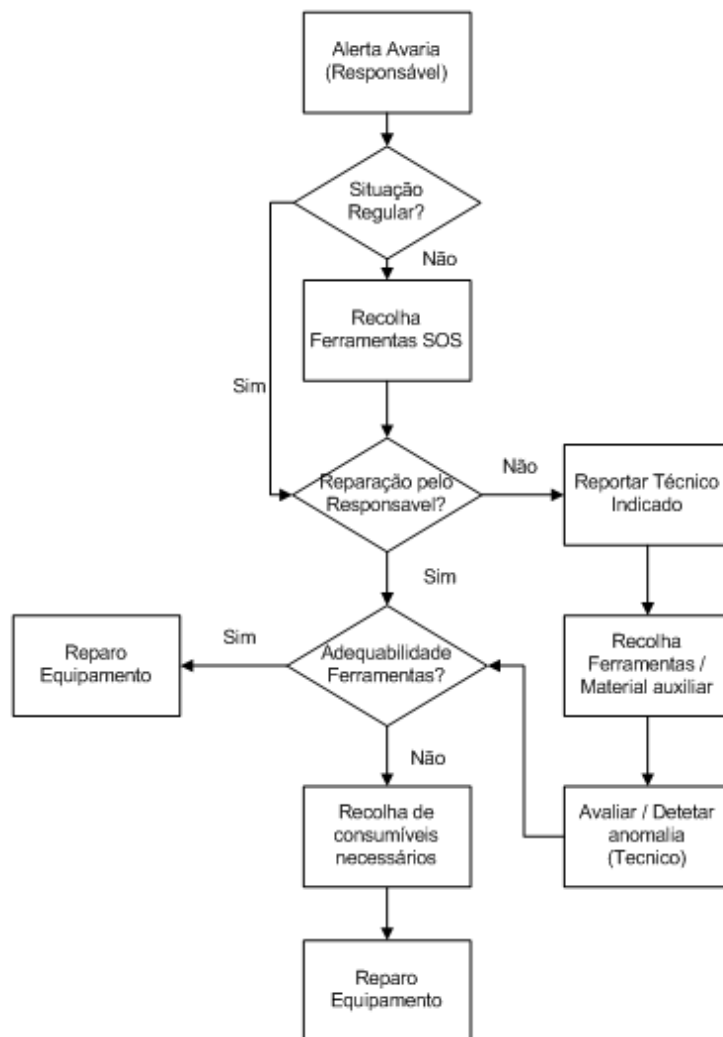


Diagrama 2 – Fluxograma simplificado da função Manutenção

#### 4.4.3. ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO AUTÓNOMA/PREVENTIVA SA

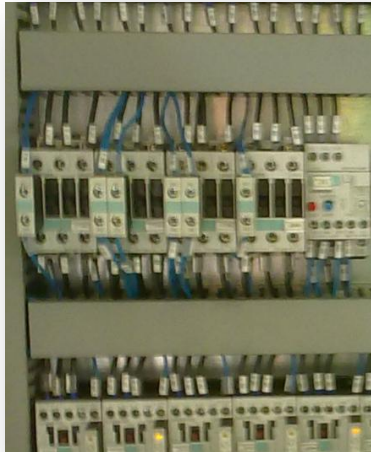
Atualmente as manutenções preventivas com maiores níveis de rigor, reavaliando o equipamento na sua totalidade, são apenas realizadas a cada quatro anos. No período de tempo intermédio entre estas intervenções, não são realizados planos regulares de manutenção preventiva.

O departamento já desenvolveu esforços para incentivar e facilitar a intervenção nos equipamentos. Atualmente as máquinas encontram-se equipadas com os manuais de manutenção, indicações/marcas de identificação em pontos estrategicamente definidos

para facilitar futuras intervenções, especialmente no campo elétrico, (ver figuras 25 e 26), assim como planos de lubrificação afixados nas máquinas, (ver figura 24). Contudo, estes planos de lubrificação não têm sido aplicados na prática pelos colaboradores dos equipamentos.



**Figura 24** Mapa de lubrificação



**Figura 26** Exemplo de equipamento munido com esquema de ligações elétricas



**Figura 25** Exemplo de equipamento com manual

Pelos prazos apertados e a necessidade de manter os equipamentos operacionais, muitas vezes são efetuados apenas pequenos reparos, colocando de imediato os equipamentos

em atividade. No entanto esta solução é apenas temporária anteendo a reincidência do problema e conseqüentemente mais paragens a curto prazo.

#### **4.5. ANÁLISE DE DESEMPENHO**

Neste ponto são mencionadas análises da função manutenção na SA

##### **4.5.1. HISTÓRICO DE INTERVENÇÕES MANUTENÇÃO SA**

Os registos das intervenções são um elemento essencial para a avaliação e análise da atividade manutenção. Com os dados recolhidos destes, pode-se incidir com mais sustentabilidade nos problemas identificados, assim como descobrir anomalias ainda não identificadas.

No sector de manutenção da empresa Simoldes Aços, os registos das intervenções são quase inexistentes, pelo que se torna inviável efetuar estudos neste sentido. Seguem-se os problemas inerentes à ausência eficaz destes dados na realidade da organização.

As intervenções de manutenção são registadas numa folha de cálculo, no entanto são verificadas lacunas na introdução de dados. Nomeadamente na cadência de registos, bem como quando são realizados há omissões na intervenção e na recolha dos dados.

A falta de registos impede a análise dos tempos de intervenção das tarefas, o que impossibilita formular um calendário de intervenções preventivas. A falta de dados promove a ausência de indicadores fiáveis da realidade atual dos equipamentos, o que dificulta o controlo das atividades de manutenção.

Nos intervalos de atividade dos equipamentos não se verifica atividade de manutenção porque não existe um plano de atividades de manutenção. Isto provoca paragem do equipamento para manutenções curativas, o que interfere com o fluxo produtivo.

A ausência de todos os registos dificulta a elaboração de estudos, nomeadamente sobre o impacto das ações de manutenção nos equipamentos. No entanto, foram realizados estudos como o exemplo que se segue (ver Figura 25) por equipamento e consecutivamente por sector.

Segue-se um exemplo dos dados recolhidos para o ano de 2012 para o sector de erosão:

| SIMOLDES AÇOS    |   |                      |   |                 | Registo de Manutenção |  | RETR |
|------------------|---|----------------------|---|-----------------|-----------------------|--|------|
| Código: EQ       | Tipo: Erosão Penetração   | Fabricante: ONA      | Modelo: NX8   | Nº Série: 11663 |                       |  |      |
| Tipo intervenção | Descrição   | Material Substituído | Custeio   | Data            |                       |  |      |
| Curativa         | Falha na aspiração no tanque de trabalho  |                      | tempo paragem (h): 3,0 h<br>tempo intervenção (h):<br>custo não produção (€):<br>custo mão-de-obra (€):<br>custo material (€):<br><b>custo total (€):</b> 0,00 €        | Out-11          |                       |  |      |
| Curativa         | Entupimento na aspiração  |                      | tempo paragem (h): 4,0 h<br>tempo intervenção (h): 4,0 h<br>custo não produção (€):<br>custo mão-de-obra (€):<br>custo material (€):<br><b>custo total (€):</b> 0,00 €  | Out-11          |                       |  |      |
| Curativa         | Problema na placa electrónica do comando remoto, substituído. Verificação do cabo do comando, alimentação entrada da máquina, fontes de tensão, fontes de corrente e intensidade de erosão. | 1 comando Remoto     | tempo paragem (h): 16,0 h<br>tempo intervenção (h): 3,5 h<br>custo não produção (€):<br>custo mão-de-obra (€):<br>custo material (€):<br><b>custo total (€):</b> 0,00 € | Jan-12          |                       |  |      |
| Curativa         | comando à distancia não funciona. Defeito na ficha interna do comando (má cravação)   |                      | tempo paragem (h): 4,0 h<br>tempo intervenção (h): 1,0 h<br>custo não produção (€):<br>custo mão-de-obra (€):<br>custo material (€):<br><b>custo total (€):</b> 0,00 €  | Mar-12          |                       |  |      |
| Curativa         | Monitor não funciona. Alimentador A16.1 - 12VDC, avariado.  | 1 alimentador        | tempo paragem (h): 2,0 h<br>tempo intervenção (h): 1,0 h<br>custo não produção (€):<br>custo mão-de-obra (€):<br>custo material (€):<br><b>custo total (€):</b> 0,00 €  | Mar-12          |                       |  |      |
|                  |   |                      | tempo paragem (h):<br>tempo intervenção (h):<br>custo não produção (€):<br>custo mão-de-obra (€):<br>custo material (€):<br><b>custo total (€):</b> 0,00 €              |                 |                       |  |      |

Figura 27 Registo Manutenção presente na SA

Os poucos registos interventivos efetuados incidem apenas em manutenções curativas. Por exemplo, no ano de 2012 apenas se encontravam registadas três intervenções (por altura da realização do estudo), sem estimativas de custos inerentes às paragens, o que torna opaca a perceção da realidade por detrás da função manutenção.

#### 4.5.2. ESTUDO DO IMPACTO DAS INTERVENÇÕES NA PRODUÇÃO

Com os registos disponíveis foi possível recolher dados reais do impacto das intervenções na produção. Estes encontram-se representados na tabela 5. A partir destes dados foi possível fazer uma análise dos seguintes parâmetros: influência das paragens dos equipamentos no fluxo produtivo; as percentagens das influências em relação ao tipo de intervenção; e percentagem do tipo de intervenção no conjunto de intervenções.

A partir deste registo foi também possível avaliar o estado inicial do desempenho da função manutenção e bem como estabelecer o suporte para a comparação com os resultados futuros que se esperam com a implementação de novas técnicas de gestão da manutenção baseadas no Lean.

Tabela 5 Situação inicial da função manutenção



| Ano                      | 2012                   |                    |                |
|--------------------------|------------------------|--------------------|----------------|
| Sector                   | Erosão                 |                    |                |
| Tipo de Intervenção      | Influencia na Produção | Nº de Intervensões | % Intervensões |
| Manutenção Preventiva    | Sim                    | 0                  | 0%             |
|                          | Não                    | 0                  | 0%             |
|                          | Total                  | 0                  | 0%             |
| Manutenção Curativa      | Sim                    | 4                  | 100%           |
|                          | Não                    | 0                  | 0%             |
|                          | Total                  | 4                  | 100%           |
| Oportunidade de Melhoria | Sim                    | 0                  | 0%             |
|                          | Não                    | 0                  | 0%             |
|                          | Total                  | 0                  | 0%             |
| $\Sigma$                 | Totais                 | 4                  | 100%           |

#### 4.5.3. TEMPOS DE PARAGEM EQUIPAMENTOS

A partir do registo de manutenções fornecido pela organização, comprovou-se que existem muito poucos registos de intervenções de manutenção, o que impossibilita a quantificação dos custos totais das intervenções.

Apesar dos escassos registos, pode-se inferir a necessidade urgente de melhorar o funcionamento da função manutenção na Simoldes Aços.

Pela análise dos dados recolhidos do departamento de manutenção da organização Simoldes Aços para o ano de 2011, verificou-se que apenas há um registo de intervenção para um ano completo, no entanto são identificados vários momentos de paragem de equipamentos resultantes de intervenções curativas conforme a tabela 6.



**Tabela 6 Tempos de paragem equipamentos**

| Manutenções Curativas 2011 |             |                       |                                      |
|----------------------------|-------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Sector                     | Equipamento | Tempo Paragem (horas) | Total tempo paragem (horas) / sector |
| Erosão                     | EQ          | 7                     | 67                                   |
|                            | EN          | 5,5                   |                                      |
|                            | EP          | 2,5                   |                                      |
|                            | EG          | 52                    |                                      |
| Furação                    | FI          | 102,5                 | 104,5                                |
|                            | FM          | 2                     |                                      |
| Placas                     | HSF         | 2                     | 2                                    |
| CNC                        | CNC         | 8                     | 458,5                                |
|                            | CNW         | 8                     |                                      |
|                            | CNZ         | 1                     |                                      |
|                            | CNI         | 33                    |                                      |
|                            | CNY         | 57,5                  |                                      |
|                            | CNU         | 12                    |                                      |
|                            | CNT         | 3                     |                                      |
|                            | CNK         | 82                    |                                      |
|                            | CNL         | 9                     |                                      |
|                            | CNM         | 126                   |                                      |
|                            | HSC         | 77                    |                                      |
|                            | HSD         | 5                     |                                      |
|                            | CNE         | 14                    |                                      |
|                            | CNO         | 23                    |                                      |
| Ponte Rolante              | PH          | 5                     | 5                                    |
|                            |             |                       | 637                                  |

Nesta tabela verifica-se que os setores da furação e CNC (constituídos por equipamentos mais antigos) requerem mais horas de paragem para intervenções curativas.

O setor CNC apresenta o somatório mais elevado dos tempos de paragem. Isto sucede porque o sector abrange um número superior de equipamentos e estes apresentam habitualmente tempos de intervenções mais longos.

#### **4.5.4. CONCLUSÕES RELATIVAMENTE AO FUNCIONAMENTO DA ESTRUTURA DA MANUTENÇÃO**

A análise efetuada à função manutenção veio demonstrar que o responsável do departamento é confrontado diariamente e de forma sistemática com avarias nos equipamentos, o que conduz o departamento apenas a desenvolver ações curativas.

Estas intervenções surgem com alertas reportados pelos operadores ao responsável da manutenção. Nestas ações não são identificadas prioridades interventivas (equipamentos com maior impacto no momento reportado para o fluxo produtivo), salvaguardando somente casos de eminente perigo.

A equipa de manutenção não consegue assegurar a intervenção em todos os equipamentos devido ao elevado número de avarias apresentadas, evidenciando a insuficiência de recursos humanos qualificados disponíveis para as necessidades atuais da função.

Todas estas dificuldades associadas à função manutenção geram constrangimentos ao fluxo produtivo, o que resulta no aumento do desperdício e custos acrescidos no produto final. Como última consequência, a organização como um todo perde competitividade e sustentabilidade face à concorrência.

#### **4.6. IDENTIFICAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS E ANOMALIAS DA FUNÇÃO MANUTENÇÃO**

Em forma de síntese o departamento de manutenção apresenta os seguintes problemas identificados:

Formação:

- Baixa sensibilização para o problema de manutenção e atividades de manutenção pelos funcionários da produção;

2. Organização:

2.1. Chefia:

- Dificuldades de gestão das atividades de manutenção nas chefias;

2.2. Armazéns de stocks:

- Desorganização dos elementos presentes nos armazéns de stocks, excesso de desperdícios, (material sem previsão de uso e obsoleto);
- Ausência de condições para troca de roupa dos funcionários do sector,

2.3. Produção:

- Consumíveis localizados nos equipamentos como nos locais circundantes que não são alvo de uso; (obstáculos) tirando espaços e facilidade de acesso aos equipamentos.

3. Procedimentos de Manutenção:

3.1. Horário laboral, (turno), não acompanha o total do tempo despendido no fluxo produtivo;

3.2. Ausência de práticas de manutenção preventiva/planeada;

3.3. Dificuldades na receção dos alertas de avarias;

- 3.4. Excesso de alertas;
- 3.5. Equipa de manutenção constituída com poucos recursos humanos.
- 4. Manutenção planeada:
  - 4.1. Ausência de um plano de manutenção preventiva;
  - 4.2. Intervenções preventivas de quatro em quatro anos por equipas subcontratadas;
  - 4.3. Ausência de instruções passo a passo;
  - 4.4. Diversas intervenções de remendos e pouca eficácia das intervenções;
  - 4.5. Falta de prioridades para as intervenções nos equipamentos;
- 5. Desempenho:
  - 5.1. Inexistência do histórico de intervenções;
  - 5.2. Ausência de indicadores das atividades de manutenção;

Em virtude das deficiências identificadas foi desenvolvido um plano de melhorias que se apresenta no capítulo que se segue.



# 5. PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO

## **5.1. PROPOSTAS DE IMPLEMENTAÇÃO NA MANUTENÇÃO DA SA**

Como exposto no capítulo quatro, a organização tem presente a necessidade de promover esforços de melhoria e redução de custos no sector da manutenção por forma a eliminar os problemas identificados. Neste âmbito as metodologias Lean Thinking ganham força enfatizando-se as ferramentas 5S em complemento da filosofia TPM.

Assim, nas seções que se seguem, são apresentadas as soluções a implementar no sector da manutenção dentro da Simoldes SA.

## **5.2. FORMAÇÃO PARA IMPLEMENTAÇÃO LEAN MANUTENÇÃO SA**

O primeiro nível de formação incide na Administração. Esta tem de estar disponível e flexível para compreender e permitir o desenvolvimento, estando ciente que numa fase inicial vão ser despendidos esforços acrescidos, de tempo e investimentos para promover os progressos que se ambicionam.

Após o consenso da gestão de topo deve-se passar objetivamente para a apresentação dos problemas inerentes ao sector da manutenção, levando a mensagem aos colaboradores do próprio sector assim como aos do sector produtivo.

Por forma a colmatar o primeiro ponto, (formação), identificado na análise, propõe-se reunir todos os colaboradores da empresa segundo um programa, assegurando a presença de todos os recursos humanos do sector produtivo e manutenção numa sala disponibilizada pela organização para a exposição das filosofias a adotar e os objetivos a adquirir.

A exposição dos problemas a todos os colaboradores tem como objetivo demonstrar a realidade atual da função manutenção na Simoldes Aços. Permite sensibilizar os funcionários sobre o seu impacto na organização. Explicar as soluções que se pretendem adotar (Metodologias Lean, 5s, TPM).

Nesta explicação, são apresentadas as metodologias e a sua importância para a organização, ilustrando com exemplos (vídeos e imagens de casos práticos). Com esta apresentação procura-se evidenciar os objetivos de cada ferramenta. Esta dinâmica de exposição da informação visa inculcar o bom relacionamento interpessoal entre colaboradores de sectores diferentes, promovendo a entajuda (o que vai de encontro a temática TPM que é um dos objetivos pretendidos).

### **5.3. APLICAÇÃO DOS 5S NO SECTOR DA MANUTENÇÃO**

Considerando os problemas inerentes ao segundo ponto, (falta de organização), recorreu-se à ferramenta 5S' para solucionar essas lacunas.

A gestão visual proporciona uma maior disponibilização de informação e de forma rápida. Assim, é necessário facilitar o campo de visual no ambiente fabril. Neste sentido as soluções de melhoria apresentadas para o sector incidem na aplicação da ferramenta 5S para promover uma área de trabalho isenta de desperdícios e com maior qualidade ambiental.

De forma a implementar as ferramentas de melhoria, começou-se por fazer um levantamento da situação atual para se proporem as subseqüentes melhorias. Para esse

efeito, foi feita uma recolha fotográfica (datada) de tudo o que se relaciona com as atividades de manutenção e meios circundantes.

Para se poder acompanhar a evolução da estratégia por todos os trabalhadores propôs-se a criação de um quadro de gestão visual na produção, com um posto de visualização geral. Esta solução permite fornecer às equipas, os objetivos traçados, o estado global da implementação e paralelamente motivar individualmente os elementos envolvidos.



**Figura 28 Quadro gestão visual**

### **5.3.1. 1º PASSO: SEIRI - ORGANIZAÇÃO**

No contexto da produção, é proposto incutir aos colaboradores a redução de consumíveis e outros materiais que se encontram armazenados nos equipamentos e zonas circundantes e que não são alvo de consumo imediato, (consumíveis mecânicos e informáticos/eletrónicos).

Nos armazéns de consumíveis propõem-se a promoção da limpeza, nomeadamente: eliminar todos os elementos que não se prevê o seu uso e que estão a ocupar espaço físico. Esta gestão do espaço facilita o acesso a outras áreas de utilização.

### **5.3.2. 2º PASSO SEITON: ARRUMAÇÃO**

Propor a definição de um local apropriado para todos os objetos, segundo uma distribuição lógica de utilização (ex. os consumíveis mais requeridos localizam-se mais próximos da entrada do armazém), e posteriormente definir as quantidades a armazenar.



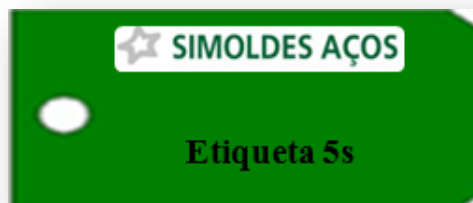
Deste modo o inventário do material em stock deve ser feito e continuamente atualizado de modo a se proceder ao respetivo reaprovisionamento, (folha DRP Distribution Requirements Planning).

Seguem-se as soluções propostas para cada zona física da responsabilidade da função manutenção.

#### **Armazém de stock de consumíveis:**

Organizou-se o material por prioridades, seguindo uma ordem de utilização identificada por etiquetas em locais visíveis, obedecendo os critérios de organização.

Na parede foram colocados sinais etiquetados com as três cores que se seguem realçando as prioridades de utilização:



**Figura 29 Etiqueta 5S**



**Figura 30 Solução de organização de aprovisionamentos da Manutenção**

**Tabela 7 Etiquetagem de Consumíveis por Prioridades**

| Etiquetas 5S' |          |  |
|---------------|----------|--|
| Ordem         | Cor      | Procura  |
| 1             | Verde    | Consumíveis de elevada procura   |
| 2             | Amarelo  | Consumíveis de procura intermédia  |
| 3             | Vermelho | Consumíveis de procura reduzida, mas com longos períodos de entrega - (necessidade aprovisionamento) |

Atendendo ao problema identificado na análise no ponto 2.2, devido ao fato de se detetar a presença de roupas dos colaboradores da manutenção distribuídas aleatoriamente pelo armazém, cabe à organização promover uma área reservada de forma a garantir a privacidade dos colaboradores e um local adequado para colocação do vestuário. A solução proposta para o problema consiste na colocação de cortinas correntes, na área indicada na Figura 31, juntamente com um cacifo para guardar o vestuário.

**Figura 31 Localização vestiário armazém**

### **Equipamentos e áreas circundantes:**

Todos os equipamentos críticos da área produtiva devem estar munidos com ferramentas de primeira intervenção (por exemplo: chaves de bocas, chaves de fendas, alicate de pressão pisca polos etc.) situados nos armários da proximidade.

Simultaneamente nos equipamentos, bem como nos armazéns de componentes da manutenção, a proposta é que estes contenham junto às ferramentas, folhas de registo de componentes permitindo localizar sempre os consumíveis após a requisição por parte de outros funcionários (ver Figura 32).

The image shows a form titled "Registo componentes" with the logo "SIMOLDES AÇOS" in the top left corner. The form contains five input fields arranged in two columns. The left column has three fields: "Componente requisitado", "Sector de destino", and "Equipamento de destino". The right column has two fields: "Data" and "Colaborador". Each field is represented by a simple rectangular box.

**Figura 32 Folha de localização de componentes**

Sempre que algum componente é requisitado preenche-se a folha representada na Figura 32, colocando num quadro de atividade, (quadro disponibilizado em cada maquina para fixação das informações associadas ao equipamento) assinalando o responsável pelo levantamento e qual o sector e equipamento de destino. Quando o componente requisitado for devolvido, a folha é recolhida e depositada no repositório de registos. Deste modo é seguido um procedimento mensal de controlo e verificação da disponibilidade dos componentes.

### 5.3.3. 3º PASSO: SEISO - LIMPEZA

O objetivo é que a limpeza passe a ser efetuada de forma minuciosa eliminando todo o tipo de contaminações: pó, sujidade, limalhas, tanto na planta fabril como nos armazéns de componentes, (este procedimento decorre em paralelo com a metodologia TPM). Com esta prática procura-se expor as fontes de contaminação eliminá-las ou minimizá-las.

Ao nível dos armazéns de componentes, estas ações ficam a cargo das equipas de manutenção. Por outro, ao nível dos equipamentos produtivos, a responsabilidade é atribuída aos operadores, segundo as regras que são formuladas nos pontos referentes aos pilares do TPM.

Em cada equipamento sugere-se uma melhor acessibilidade ao material para limpeza (5S') tendo como exemplo prático o representado na Figura 33.



**Figura 33 Kit Limpeza**

A implementação dos 5S, além dos bons níveis organizacionais e ambientais, promove maior facilidade de acessos aos elementos pretendidos e menores tempos despendidos.

#### **5.4. IMPLEMENTAÇÃO DO TPM NO SECTOR DA MANUTENÇÃO DA SIMOLDES AÇOS**

Neste ponto estão mencionadas todas as soluções de implementação assentes nos pilares da ferramenta TPM.

##### **5.4.1. PILAR 1 – MELHORIAS INDIVIDUAIS**

Abrange todos os trabalhadores incentivando-os na participação ativa de melhoria continua para posterior implementação na organização. Incide tanto nos equipamentos como nos próprios sectores produtivos, permitindo identificar as perdas mais expressivas, colmatando-as eficientemente. Deste modo, é esperado solucionar os problemas identificados no ponto quatro da análise realizado neste trabalho.

Na Simoldes Aços, é comum observar pequenas paragens nos equipamentos que sofrem por sua vez intervenções que repõem o correto funcionamento, mas que não têm um registo da origem do problema. Este tipo de situações é mais facilmente identificado em equipamentos com mais longevidade como acontece no sector das CNC. Neste sentido, e sabendo que o somatório de pequenas paragens leva a grandes perdas, nomeadamente

a nível de disponibilidade dos equipamentos, assim como no rendimento das máquinas, tornou-se necessário um estudo para eliminar ou minimizar estas pequenas paragens.

Os colaboradores foram incumbidos de registar as paragens que vão surgindo numa folha tipo, (todos os sectores estavam munidos com um conjunto destas folhas) para uma posterior análise da equipa de manutenção e futuras correções, de forma a eliminar as origens do problema. Propôs-se a criação de um procedimento, e subsequente fixação num quadro de gestão de atividades (presente em cada equipamento), relativa às melhorias a implementar (ver Figura 34).

O formulário, intitulado 'Pequenas paragens nos equipamentos' e com o logótipo 'SIMOLDES AÇOS', contém os seguintes campos:

- Sector:
- Data:
- Equipamento:
- Frequência Ocorrência:
- Observação detalhada:
- Sugestão melhoria:
- Colaborador:

**Figura 34 Folha para pequenas paragens nos Equipamentos**

Aquando do preenchimento destas folhas, se o operador sentir que tem competências para apoiar no diagnóstico, existe um campo que pode ser preenchido, ajudando a equipa de manutenção a identificar a causa da falha.

Sabendo que a indústria dos moldes assenta numa produção unitária, isso resulta numa dificuldade acrescida quando se procura a normalização do fluxo produtivo. Do mesmo modo, esta realidade gera um grande número de intervenções para trocas de ferramenta e setups, resultando em paragens e tempos improdutivo.

Neste sentido, é proposta a implementação de um formulário, em que os operadores, detentores de maior conhecimento relativo ao manuseamento, utilização dos equipamentos, podem ajudar a equipa de manutenção a melhorar a sua atividade através de sugestões de melhoria, (solução para ponto 5.3 da evidenciado na análise). Estas

folhas são alocadas no quadro de gestão visual, para futura análise pelo departamento de manutenção (ver Figura 35).

O formulário, intitulado "SIMOLDES AÇOS Oportunidades de melhoria nos equipamentos", possui os seguintes campos:

- Sector:
- Equipamento:
- Data:
- Colaborador:
- Sugestão de melhoria:

**Figura 35** Folha de oportunidade de melhoria nos equipamentos

#### **5.4.2. PILAR 2 – MANUTENÇÃO PLANEADA**

Ficou evidente após a análise preliminar que é essencial o aumento da capacidade da equipa de manutenção, (problema identificado na análise com o numero 3.6), tornando assim possível a implementação das intervenções preventivas. Simultaneamente foi proposto o aumento da capacidade interventiva da manutenção com a inclusão aos colaboradores da área produtiva para a manutenção de 1º nível.

Esta solução permite reduzir o tempo das manutenções curativas e criar mecanismos que permitam a minimização das mesmas. Com este ganho para a função manutenção é possível dedicar esforços para a estimação de indicadores (por exemplo o OEE) como mencionado no capítulo 3.9, e uma avaliação mais concreta dos consumíveis necessários promovendo o seu aprovisionamento através de folhas DRP. Na realidade, com a melhoria da gestão de consumíveis é possível eliminar perdas resultantes do tempo de paragem de equipamentos produtivos por falta de componentes e consumíveis.

De igual modo, propõem-se a criação de um quadro de gestão visual na sala de chefia interagindo com o sector de planeamento de forma a decidir quais as prioridades de intervenção de modo mais claro e sustentado. Este quadro deve ser visível para todas as chefias programarem os seus trabalhos de acordo com as necessidades da produção enquadrando o mesmo com a função manutenção de modo a permitir intervenções nos equipamentos para os períodos adequados.

Com a evolução da implementação da manutenção autónoma, a equipa de manutenção da Simoldes Aços fica mais liberta para promover ações preventivas nos equipamentos. Os operadores dos equipamentos de igual modo passarão a estar em constante aquisição de competências, o que suportará as manutenções básicas (inspeções e lubrificações).

Um último ponto a considerar envolve o registo e acompanhamento da função manutenção. Assim propõem-se que deva ser feita uma recolha da documentação das intervenções a serem efetuadas para todos os equipamentos constituintes do ambiente produtivo da Simoldes Aços. Com os dados recolhidos criar-se-á um plano de intervenções periódicas, numa primeira fase de acordo com os dados fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos (situações de trabalho ideais) e posteriormente através da atualização do plano de intervenções de acordo com as competências e conhecimento adquirido.

#### **5.4.3. PILAR 3 – ESTRUTURAÇÃO DO PM**

Devido à rápida e constante evolução tecnológica é necessário estar em constante evolução. Assim, propõem-se a recolha do conhecimento no terreno de todos os elementos (colaboradores do sector produtivo e da manutenção), com vista a suportar novos desenvolvimentos e formas de realizar a função manutenção.

Na Simoldes Aços existem bastantes equipamentos com alguma longevidade, sendo que os equipamentos mais antigos se encontram presentes no sector das CNC. Ao longo dos anos foram tornando-se desatualizadas tecnologicamente. Assim, para melhorar o funcionamento dos equipamentos e torná-los mais eficazes com vista a satisfazer as necessidades atuais têm vindo a ser desenvolvidas alterações tecnológicas nos mesmos por forma a torná-los mais funcionais. Estas mudanças ficam a cargo do Responsável de Manutenção que juntamente com os colaboradores bem como técnicos exteriores à empresa vai recolhendo sugestões e procura dentro do possível implementá-las

As intervenções nos equipamentos inviabilizam por um período de tempo a utilização dessa máquina no normal funcionamento da produção. Assim, em articulação com o setor de Planeamento, estas intervenções de melhoramento são planeadas com antecedência por forma a prever quais as máquinas disponíveis e ajustar o volume de trabalho aos recursos disponíveis da empresa para as datas de intervenção previstas.

#### 5.4.4. PILAR 4 - FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

Na fase de formação deve-se procurar focalizar a filosofia TPM, alertando todos os colaboradores para a metodologia e a importância do seu contributo para o alcance do resultados pretendidos. Fazendo chegar aos colaboradores do sector produtivo conceitos e procedimentos com vista a intervenção de primeira linha na manutenção dos equipamentos, à avaliação do tempo de vida das ferramentas e avaliação da matéria prima.

Para incutir estas competências, os responsáveis dos sectores devem ficar encarregues de avaliar individualmente junto da sua equipa de trabalho, quais as carências ou lacunas de cada elemento e estipular posteriormente ações de formação para corrigir as mesmas. Estas ações de formação são promovidas pelos próprios técnicos de manutenção na fase inicial da sua implementação, passando posteriormente a ser providenciadas pelos próprios colegas de trabalho detentores dessas competências específicas. Depois de se definirem as competências exigidas aos colaboradores para cada função, é necessário um modelo de avaliação mensal segundo o modelo representado na Tabela 8, (os valores atribuídos vão ao encontro das questões desenvolvidas aos colaboradores pelo autor desta dissertação, aquando da análise do problema em estudo).

**Tabela 8 Avaliação atual dos operadores sector Erosão**

| SIMOLDES AÇOS                    |                |              |         |          |                       |                            |                        |                      |                     |   |
|----------------------------------|----------------|--------------|---------|----------|-----------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|---|
| Sector                           | Colaborador    | Competências |         |          |                       |                            |                        |                      |                     | Plano de ações                              |
|                                  |                | Motivação    | Limpaza | Inspecão | Manutenção Preventiva | Manutenção curativa basica | Oportunidade melhorias | Manutenção electrica | Manutenção mecanica |   |
| Erosão                           | Chefe (Sérvio) | 4            | 2       | 3        | 2                     | 1                          | 2                      | 0                    | 0                   | Necessita formação para manutenção curativa |
|                                  | Padre          | 2            | 1       | 2        | 1                     | 0                          | 2                      | 0                    | 0                   | Necessita formação para manutenção curativa |
|                                  | Assenção       | 2            | 1       | 2        | 2                     | 0                          | 1                      | 0                    | 0                   | Necessita formação para manutenção curativa |
|                                  | Mario          | 2            | 2       | 2        | 1                     | 0                          | 2                      | 0                    | 0                   | Necessita formação para manutenção curativa |
|                                  | Filipa         | 4            | 2       | 2        | 2                     | 0                          | 2                      | 0                    | 0                   | Necessita formação para manutenção curativa |
|                                  | Estagiario     | 3            | 2       | 2        | 1                     | 0                          | 0                      | 0                    | 0                   | Necessita formação para manutenção curativa |
| Classificação actual             |                | 17           | 10      | 13       | 9                     | 1                          | 9                      | 0                    | 0                   |   |
| Objectivo (classificação mínima) |                | 24           | 24      | 24       | 24                    | 12                         | 12                     | 4                    | 4                   |   |

| Escola promissora | Categoria                 |
|-------------------|---------------------------|
| 0                 | Não sabe / Não tem        |
| 1                 | Faz com dificuldades      |
| 2                 | Autónomo                  |
| 3                 | Faz e apto a dar formação |
| 4                 | Competente                |

Data: 20-05-2012

Com os objetivos delineados e com as competências enumeradas pode-se conhecer a evolução de cada colaborador nas atividades que desenvolve, tanto em cada sector como na globalidade da produção. A tabela 8 permite estudar as competências, não só por sector como por colaborador. Os resultados individuais de cada colaborador devem ser expostos apenas no sector de atuação correspondente. A exposição dos resultados da



evolução global do sector deve ser apresentada no próprio sector e no quadro de gestão visual, englobando as demais áreas produtivas, o que permite a comparação dos desempenhos.

#### **5.4.5. PILAR 5 - MANUTENÇÃO AUTÓNOMA**

Com o objetivo de se iniciar a manutenção autónoma, é benéfico usar os quadros de gestão visual, pois uma informação facultada por imagens leva a maior facilidade de aquisição da informação.

De modo a fornecer a facilidade de absorção de informação por meios visuais, segue-se as medidas a adotar no sector da manutenção:

##### ❖ Criar instruções de Manutenção autónoma:






Entende-se que todos os equipamentos devem estar munidos com folhas ilustrativas dos pontos de atuação relativos à manutenção autónoma, (1ª linha), através de fluxos definidos para cada função das atividades de manutenção preventiva, ilustrado com imagens para maior facilidade de compreensão.

Deste modo foi sugerido implementar na organização instruções passo a passo como o exemplo que se segue na Figura 36 (colmatando o ponto 4.3 referido na análise).

**Grupo Simoldes** TOOL DIVISION **MANUTENÇÃO DE 1º NÍVEL** **SIMOLDES AÇOS**

Máquina: (00)N.TUR (P)

Legenda: D - Diário; S - Semanal; M - Mensal; A - Anual

| Tarefa | Diagrama ou Fotografia  | Tarefa   | Periodicidade |   |   |   | Observações |
|--------|---|--|---------------|---|---|---|-------------|
|        |   |  | D             | S | M | A |             |
| 1      |    | Verificar nível e pressão do óleo do circuito hidráulico (deve-se encontrar entre 8 - 8 bar)                     |               | X |   |   |             |
| 2      |    | Controlar nível de óleo na mesa giratória.   |               | X |   |   |             |
| 3      |   | Verificar pressão do óleo na bomba de bloqueio/desbloqueio de mesa giratória (deve-se encontrar entre 8 - 8 bar) |               | X |   |   |             |
| 4      |  | Verificar nível de óleo no reservatório de unidade de fixação de ferramentas                                     |               | X |   |   |             |
| 5      |  | Controlar nível de pressão do sistema pneumático (deve-se encontrar entre 8 - 8 bar)                             |               | X |   |   |             |

Se detectar alguma anomalia, contactar o Responsável de Manutenção de imediato.

Figura 36 Instrução passo a passo e periodicidade, 1º nível

Recorrendo a este exemplo deve ser promovido para os demais equipamentos, disponibilizando de forma prática e visível como na solução visualizada na organização IMA, Industria de Moldes de Azeméis, empresa do Grupo Simoldes.



Figura 37 Exemplo de fixação de informação

- ❖ Criar folhas TPM : Operações de manutenção, limpeza, inspeção.

| SIMOLDES AÇOS |         | Calendario  |    |    |    |    |    |        |   |
|---------------|---------|-------------|----|----|----|----|----|--------|---|
| Folha TPM     |         | Mês (Abril) |    |    |    |    |    |        |   |
|               |         | Dias        |    |    |    |    |    | Semana |   |
| Sector        | Maquina | S           | T  | Q  | Q  | S  | S  | D      |   |
|               |         |             |    |    |    |    |    | 1      | 1 |
|               |         | 2           | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8      | 2 |
|               |         | 9           | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15     | 3 |
|               |         | 16          | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22     | 4 |
|               |         | 23          | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29     | 5 |
|               |         | 30          |    |    |    |    |    |        | 6 |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Operações desempenhadas por: |  |
| Observações:                 | mencionar se foram colocadas etiquetas |

|          |  |                    |  |
|----------|--|--------------------|--|
| Limpeza  |  | Limpeza e Inspeção |  |
| Inspeção |  |                    |  |

Figura 38 Folhas de TPM para controlo das atividades dos operadores calendarizadas.

Todos os sectores devem estar munidos com uma caixa com as folhas TPM (figura 38). Sempre que é efetuada uma atividade, o operador recolhe a folha da caixa de folhas TPM registando as atividades desempenhadas e na data efetuada segundo a legenda presente na figura 38. Existe um plano afixado no equipamento, e estas folhas são colocadas de modo visível no quadro de atividades do equipamento, para todos os colaboradores conhecerem o que foi realizado e o que falta realizar.

Estas folhas permitem o controlo das atividades de manutenção autónoma. São recolhidas pelo sector da manutenção que posteriormente as analisa e avalia as atividades desenvolvidas.

- ❖ Criar uma lista de códigos para os componentes como se segue no exemplo:

Todas as máquinas devem ter afixadas a seguinte tabela de códigos de componentes, por forma a preencher com os mesmo códigos nas etiquetas TPM mencionadas em seguida.

**Tabela 9 Lista de códigos de componentes**



| Código Componentes |                             |           |       |           |                    |
|--------------------|-----------------------------|-----------|-------|-----------|--------------------|
| Parafuso           | 1                           | 1,1       | 1,1,1 | M20 x 50  |                    |
|                    |                             |           | 1,1,2 | M20 x 100 |                    |
|                    |                             |           | 1,1,3 | M20 x 160 |                    |
|                    |                             |           | 1,1,4 | M20 x 200 |                    |
|                    |                             | 1,2       | 1,2,1 | M16 x 30  |                    |
|                    |                             |           | 1,2,2 | M16 x 50  |                    |
|                    |                             |           | 1,2,3 | M16 x 100 |                    |
|                    |                             |           | 1,2,4 | M16 x 160 |                    |
|                    |                             |           | 1,2,5 | M16 x 200 |                    |
|                    |                             | 1,3       | 1,3,1 | M12 x 25  |                    |
|                    |                             |           | 1,3,2 | M12 x 50  |                    |
|                    |                             |           | 1,3,3 | M12 x 100 |                    |
|                    |                             |           | 1,3,4 | M12 x 160 |                    |
|                    |                             |           | 1,3,5 | M12 x 200 |                    |
|                    |                             | 1,4       | 1,4,1 | M10 x 20  |                    |
|                    |                             |           | 1,4,2 | M10 x 50  |                    |
|                    |                             |           | 1,4,3 | M10 x 100 |                    |
|                    |                             |           | 1,4,4 | M10 x 160 |                    |
|                    |                             | ∴         | ∴     | ∴         |                    |
|                    |                             | Rolamento | 2     | 2,1       | rígidos de esferas |
| 2,2                | esferas de contacto angular |           |       |           |                    |
| 2,3                | autocompensados             |           |       |           |                    |
| 2,4                | rolos cilíndricos           |           |       |           |                    |
| 2,5                | rolos cónicos               |           |       |           |                    |
| ∴                  | ∴                           |           |       |           |                    |
| ∴                  | ∴                           | ∴         | ∴     | ∴         |                    |

❖ Etiquetas TPM

The image shows two identical TPM activity sheets side-by-side. The left sheet has a blue header with the text 'SIMOLDES ACOS' and a white circle. The right sheet has a red header with the same text and circle. Both sheets contain the following fields: 'TPM' (text box), 'Nº Etiqueta' (text box), 'Ordem Importancia' (radio buttons 1-5), 'Identificação Não Conformidade' (text box), 'Operador' (text box), 'sector' (text box), 'equipamento' (text box), 'data' (text box), 'descrição' (text box), 'Intervenção' (text box), 'Operador' (text box), 'data' (text box), 'Influencia na produção' (radio buttons S/N), 'Tempo Intervenção' (text box), and 'Codigos' (text box).

**Figura 39** Etiquetas TPM Quadro de Atividades

The image shows two identical TPM management sheets side-by-side. The left sheet has a blue header with the text 'SIMOLDES ACOS' and a white circle. The right sheet has a red header with the same text and circle. Both sheets contain the following fields: 'TPM' (text box), 'Nº Etiqueta' (text box), 'Ordem Importancia' (radio buttons 1-5), 'Identificação Não Conformidade' (text box), 'Operador' (text box), 'sector' (text box), 'equipamento' (text box), 'data' (text box), and 'descrição' (text box).

**Figura 40** Etiquetas TPM quadro de gestão Visual

As etiquetas após a intervenção são preenchidas e colocadas no quadro de atividades do equipamento e outra no quadro de gestão visual. Diariamente fica ao cargo do ajudante de Manutenção fazer o levantamento de todas as etiquetas presentes nas caixas e atualizar a base de dados que se propõe no ponto seguinte, colmatando as lacunas evidenciadas com o número cinco na análise:

- Estudos passíveis de realização a partir das etiquetas TPM

A partir da implementação das etiquetas TPM mencionada acima consegue-se efetuar estudos relativos ao desempenho dos equipamentos, o que atualmente se revela inviável face á pouca informação disponível.

A partir da recolha das etiquetas TPM o ajudante de Manutenção passa a poder determinar: o tempo médio de espera de intervenção por máquina em cada sector; tempo médio de reparação de cada equipamento; tempo médio entre avarias e a disponibilidade do equipamento de acordo com as expressões que se seguem:

$$MTTR = \frac{\sum TTRi}{\text{Número de avarias}}$$


$$TTRi = TRi + WTi$$

$$\text{Disponibilidade} = \frac{Tup}{Tup + Tdown} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Em que: WTi (Tempo de espera); MTTR (Tempo médio de reparação), Tdown (intervalo de tempo em que o equipamento esta parado); TRi (tempo de reparação); TTRi (tempo total despendido na reparação da avaria i) e Tup (disponibilidade da máquina de operação em boas condições).

Conforme referido anteriormente estes são indicadores críticos para a correta avaliação da função manutenção e o seu melhoramento. Sendo este ponto um dos elementos críticos da aplicação da filosofia Lean, a “melhoria contínua”.

**Tabela 10 Estudos passíveis de realização (TPM)**



| Sector | ITEM | Código | Data verificação | Data        | Wti       | TRi       | TTRI      | ΣTTRI     | MTTR      | Data verificação | MTBF      | Disponibilidade |
|--------|------|--------|------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|-----------------|
|        |      |        | anomalia         | intervenção | (minutos) | (minutos) | (minutos) | (minutos) | (minutos) | nova anomalia    | (minutos) |                 |
| Erosão | EQ   | 4      | 20-04-2012       | 25-04-2012  | 7200      | 30        | 7230      | 19010     | 2410      | 05-05-2012       | 21600     | 90%             |
| Erosão | EQ   | 3      | 05-05-2012       | 06-05-2012  | 1440      | 20        | 1460      | 19010     | 487       | 18-05-2012       | 18720     | 97%             |
| Erosão | EQ   | 1      | 18-05-2012       | 25-05-2012  | 10080     | 240       | 10320     | 19010     | 3440      | 08-07-2012       | 74880     | 96%             |
| Erosão | EO   | -      | -                | -           | -         | -         | -         | -         | -         | -                | -         | -               |
| Erosão | EP   | -      | -                | -           | -         | -         | -         | -         | -         | -                | -         | -               |
| Erosão | EG   | -      | -                | -           | -         | -         | -         | -         | -         | -                | -         | -               |
| CNC    | -    | -      | -                | -           | -         | -         | -         | -         | -         | -                | -         | -               |

Deste modo torna-se possível criar um histórico que permita fazer estudos quanto: disponibilidade dos equipamentos; saber os equipamentos críticos por sector; analisar os tempos perdidos entre esperas de intervenções; e saber as anomalias mais frequentes.

O nome dos operadores presente nas etiquetas vai permitir avaliar a evolução das competências dos mesmos.

Deste modo efetuou-se um fluxo de etiquetas ideal, assim como o fluxo de atividade de manutenção desejada, conseguido a partir da solução de etiquetas descrita. Ver Anexos B. e C.

#### **5.4.6. PILAR 6 - MANUTENÇÃO DA QUALIDADE**

A organização Simoldes Aços integra um departamento de qualidade que é responsável pela avaliação e manutenção da qualidade, em parceria com o responsável do departamento de Manutenção. Sustentando o crédito já obtido de certificação NP EN ISO 9001.

É benéfico a criação de equipas cuja função seja pesquisar e garantir ações de correção, com o objetivo de obter produtos finais com a qualidade desejada. Assim, na montagem dos diversos componentes que farão parte do produto final, (Bancada) obtêm-se menos defeitos e retrabalho.

Fica a cargo dos próprios operadores dos equipamentos fazer análise, verificação e limpeza (remoção de limalhas ou óleos provenientes da maquinaria), dos produtos produzidos, inviabilizando o seu progresso no fluxo produtivo caso não detenha as especificações desejadas. Mais tempo despendido nos processo de conceção com inspeções leva a menos não conformidades identificadas em postos posteriores do fluxo produtivo, poupando movimentações e preparações de trabalho.

#### **5.4.7. PILAR 7 – GESTÃO**

Este pilar é fundamental para se proceder a implementação da metodologia TPM. É na gestão dos departamentos que podemos criar as condições necessárias para a evolução da ferramenta. O sector de gestão de manutenção e gestão do planeamento deviam seguir uma linha conjunta, sendo a produção planeada de acordo com os recursos disponíveis partilhando com a manutenção informação e responsabilidades.

#### **5.4.8. PILAR 8 – SEGURANÇA E MEIO AMBIENTE**

Com este pilar, devem ser realizadas formações de sensibilização ambiental, (ambiente industrial), e conseqüentemente segurança como ocorre noutras empresas do grupo, (como o caso da IMA e MDA, organizações certificadas segundo a norma NP EN ISO 14001).

A gestão de qualidade na Simoldes Aços oferece formações de Qualidade, Higiene e Segurança no trabalho, ao seus recursos humanos, colmatando com avaliações escritas. Contudo, é necessário aumentar o nível de exigência de forma sustentável e constante. Esta educação correlaciona o ambiente industrial como os equipamentos que a empresa possui.

Nestas formações, os colaboradores devem expor os problemas relacionados com o tema abordado. Assim, na análise dos dados recolhidos os responsáveis da qualidade e Ambiente devem entrar em contacto com o sector da manutenção relatando os resultados e de forma a promover ações de melhoria.

Neste sentido os colaboradores a participam de forma direta nas ações de melhoria e paralelamente a organização reduz riscos de acidentes e melhora as questões ambientais.

Fica a cargo da manutenção averiguar as situações de perigo.





Figura 41 Sugestões de alertas de segurança / equipamento

### 5.5. PROPOSTAS DE MELHORIA NAS INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO

No âmbito da intervenção nos equipamentos, foram feitas as seguintes sugestões de melhoria por forma a facilitar o acesso e identificação nos componentes passíveis de intervir como se segue:

- Sempre que um equipamento esta sujeito a intervenções deve-se ter em conta as folhas do estado operacional, pois estas alertam o estado do equipamento, como a solução evidenciada numa empresa do grupo Simoldes, (Plastaze) (ver Figura 42).



Figura 42 Folhas estado operacional do equipamento

Segue-se a lista de cores com a simbologia a adotar: Paragem programada (azul); paragens curativas (vermelho); equipamento operacional (verde), equipamento em condições anómalas (amarelo).

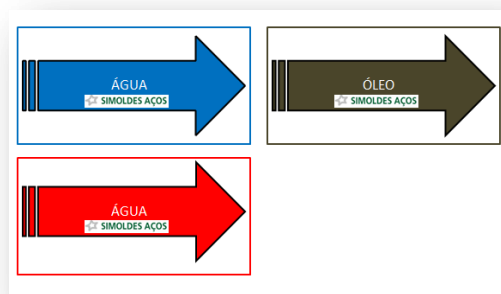
- Dando continuidade ao que se tem vindo a desenvolver na organização, deve adicionar-se marcações nos componentes dos equipamentos, tendo como exemplo a solução apresentada na Figura 43. De notar que a cor das válvulas evidencia a temperatura do liquido que atravessa a tubagem.



**Figura 43** Identificadores nos equipamentos

Munir os equipamentos com etiquetas a:

- ❖ Indicar sentidos dos fluxo.



**Figura 44** Indicadores sentido abertura de válvulas

A cor evidencia a temperatura do fluido contido na tubagem: Etiqueta vermelha para água quente, e etiqueta azul para água fria.

- ❖ Sentidos de Abertura/Fecho de válvulas.



**Figura 45 Indicadores sentido abertura de válvulas**

- ❖ Melhoria na atividade de manutenção com recolhas a controles visuais;



**Figura 47 Indicador do nível de óleo**



**Figura 46 Marcação da pressão de funcionamento correta**

- ❖ Marcas na posição de parafusos:

Os equipamentos que constituem o ambiente fabril na conceção de moldes promove vibrações podendo originar desapertos dos elementos aparafusados, justificando-se um controlo regular e fácil identificação. A solução passa pela identificação da posição roscada entre parafusos e porcas com tinta branca (ver figura 48).



**Figura 48 Marcas nos parafusos**

- ❖ Para facilidade de análise dos filtros, criar uma caixa transparente com uma imagem de modo a identificar, assim que deixe de ser visível trocar filtros



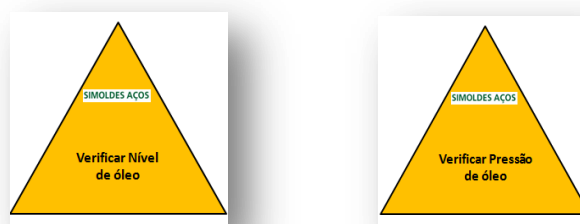
**Figura 49 Solução para visualização de filtros**

- ❖ Criar marcações em redor dos equipamentos, por exemplo instalação hidráulica



**Figura 50 Linhas identificação posição equipamento**

- ❖ Identificação dos pontos de inspeção



**Figura 51 Sugestão alertas de identificação pontos inspeção**

- ❖ Sempre que possível substituir chapas de proteção dos equipamentos por materiais transparentes e de elevada resistência, permitindo a visualização do que se sucede sem ter de desmantelar o equipamento para detetar avarias (Por exemplo policarbonato, PC).
- ❖ Após a intervenção num determinado tipo de equipamento, deve ser adicionado um histórico das avarias e soluções adotadas nos manuais dos respetivos equipamentos.

## **5.6. IDENTIFICAÇÃO DAS SOLUÇÕES A IMPLEMENTAR NA ESTRUTURA DA MANUTENÇÃO**

Em forma de síntese encontram-se numeradas as soluções adotadas para os problemas analisados no capítulo quatro e evidenciadas no presente capítulo cinco que aquando da escrita deste relatório ainda se encontravam em fase de implementação:

1. Promover formações periódicas a todos os elementos da manutenção e elementos chave da produção para a contínua sensibilização das ferramentas Lean e da importância da manutenção na atividade produtiva;
2. Continuação da implementação dos 5S':
  - 2.1. Iniciou-se a análise da evolução histórica através de uma recolha fotográfica datada, filmagem do estado atual e cronometragem das ações desenvolvidas;
  - 2.2. Foi criado um quadro de gestão visual (produção), atualmente apenas é fornecido o plano produtivo, embora perspetivando o alargamento para promover a evolução das ferramentas e criar um quadro de atividades para cada equipamento;
  - 2.3. Nos armazéns de consumíveis, foi concebida a limpeza de todos os elementos que não são de utilização a curto prazo (desperdícios);
  - 2.4. Deu início á implementação de um sistema de cores, organizando componentes por prioridades de utilização e nas quantidades necessárias;
  - 2.5. Esta previsto a aquisição de cortinas correntes para limitar a área de troca de vestuário e adquirir um cacifo;
  - 2.6. Foi incutido nos colaboradores através dos seus chefes a melhoria do ambiente fabril, eliminação dos consumíveis presentes nas máquinas e zonas circundantes isentos de utilização;
  - 2.7. A gestão da manutenção encontra-se a desenvolver esforços para equipar todos equipamentos com ferramentas SOS nos armários das máquinas;
  - 2.8. Foram criadas folhas de registo de componentes de forma a identificar sempre a sua localização;

2.9. Esta em análise na organização a possibilidade para equipar todos os equipamentos com elementos de limpeza;

### 3. Solução TPM:

#### 3.1. Pilar 1, melhorias individuais

- Folha TPM para registo de pequenas atividades de manutenção e sugestões de melhoria para a atividade/problema;
- Folha de sugestões de melhoria nos equipamentos, tendo em foco a minimização de setups; (em fase de apreciação pela chefia do sector),

#### 3.2. Pilar 2, manutenção planeada

- Alargar a equipa de manutenção aos colaboradores da área produtiva para manutenção de primeiro nível, (solução aprovada em fase de desenvolvimento através das chefias),
- Criar um quadro de gestão visual na chefia e em paralelo promover um plano de intervenção planeada, (solução em fase de apreciação).
- Efetuou-se a recolha bibliográfica das intervenções a efetuar;
- Criou-se um plano de intervenções de acordo com a recolha efetuada;

#### 3.3. Pilar 3, estruturação do PM.

- Tem sido efetuados esforços na comunicação com os operadores recolhendo as experiências e vivências de todos;
- Criou-se procedimentos para implementação e ações para a prevenção das manutenções.

#### 3.4. Pilar 4, formação e desenvolvimento.

- Dar formação técnica aos operadores sobre as atividades de manutenção, (solução aprovada, espera-se dar início a curto prazo),

- Avaliar as competências segundo um template definido, (é esperado a implementação deste principio aquando do sustento do pilar 5);
- Introduzir as competências individuais no quadro de atividades do equipamento; expor no quadro de gestão visual os resultados por sector, (é esperado a implementação deste principio aquando do sustento do pilar 5);

### 3.5. Pilar 5, manutenção autónoma.

- Criar folhas de registo de atividades 1º nível, manutenção limpeza inspeção, (solução em fase de apreciação),
- Cada sector equipado com uma caixa de folhas TPM, (solução a adoptar);
- Criou-se instruções passo a passo para a maioria dos equipamentos (ainda não foi implementado);
- Fluxo de etiquetas TPM, (em fase de apreciação pela gestão do sector);
- Afixar nos equipamentos uma lista de códigos para componentes (em fase de apreciação pela gestão do sector);

### 3.6. Pilar 6, manutenção da qualidade.

- Responsabilização dos colaboradores pelos progressos e cumprimento das tarefas, (é esperado a implementação deste principio aquando do sustento do pilar 5);

### 3.7. Pilar 7, gestão.

- Identificação visual nas extensões, tomadas etc. (em fase de apreciação pela gestão do sector);
- Uniformizar as cores dos manuais por sector, (solução já implementada);

### 3.8. Pilar 8, segurança e meio ambiente.

- Realizou-se um registo dos pontos de maior eminência de perigo e criou-se um plano de ações;



- Formações com avaliações no âmbito, (em fase de apreciação pela gestão do sector);
- Enumerar soluções a implementar e problemas evidenciados; (solução adotada pelo departamento de qualidade da organização através de inquéritos);

4. Melhorias nas intervenções.

- 4.1. Promover marcações e indicadores nos elementos e equipamentos, (algumas ações já efetuadas perspetivando-se a continuação desse princípio);
- 4.2. Substituição das chapas de proteção por materiais transparentes, (em fase de apreciação pela gestão do sector);
- 4.3. Adicionar histórico de intervenções nos próprios manuais; (A equipa de manutenção deu inicio a este princípio);

## 6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS FUTURAS

Neste capítulo são reunidas as conclusões do trabalho desenvolvido no função de manutenção da organização Simoldes Aços, assim como são tecidas algumas considerações para futuros trabalhos a desenvolver.

Após um período inicial de análise das atividades desenvolvidas no sector de manutenção, foi possível identificar um conjunto de anomalias, deficiências e lacunas que levantavam sérias dificuldades ao processo produtivo. Tratando-se de uma produção unitária e discreta de moldes, o sector produtivo promove comportamentos de recurso, em que se transfere os produtos para outras máquinas sempre que há uma paragem nos equipamentos. Estas avarias não sendo um fator de inviabilização da linha produtiva levam a múltiplas paragens da produção, à redução de recursos disponíveis, a um alongamento do lead time do processo e como consequência a um maior incumprimento dos prazos de entrega ao cliente.

No início do estudo, as ações curativas representavam a quase a totalidade das intervenções da função manutenção. Esta prática resultante de deficiente organização do trabalho, da falta de recursos e das características dos equipamentos gera baixos

desempenhos na atividade de manutenção da empresa. Alia-se à circunstância de o sistema de informação não ser alimentado com os registos das intervenções. Estas circunstâncias levam a que em grande parte os estudos e a análise estatística da função manutenção dentro da empresa ficassem inviabilizados.

No entanto, partindo dos dados disponíveis e pela observação “in loco” dos problemas da organização, bem como dos problemas decorrentes da mentalidade operacional dos colaboradores, conclui-se que as soluções a adotar passariam pela implementação das metodologias Lean associadas à manutenção.

Partindo deste pressuposto, o trabalho desta dissertação, incidiu preferencialmente na aplicação da ferramenta dos 5s, simultaneamente articulando-se com a metodologia lean do TPM.

Ficou claro no trabalho desenvolvido, que só após a sensibilização dos colaboradores se pode avançar para a etapa de implementação das ferramentas Lean na Manutenção. Propôs-se que fosse proporcionada aos operadores formação quanto às manutenções de 1º nível, inspeção, lubrificação e limpeza. Fosse colocado nos equipamentos instruções detalhadas das intervenções a desempenhar, evidenciando as áreas de intervenção, assim como fosse criado um fluxo de informação que permita a identificação das avarias e como consequência a definição de um plano de intervenções adequado.

Com a introdução da manutenção preventiva, a própria função de manutenção promove intervenções nos equipamentos de forma planeada, conjugando as intervenções periódicas com a reparação de falhas e promovendo melhorias na utilização dos equipamentos. Do mesmo modo, promove-se uma gestão dos consumíveis de uma forma integrada, o que resulta numa redução de custos e na disponibilização dos mesmos atempadamente.

Embora a inexistência de registos históricos das ações de manutenção desenvolvidas no passado, impedisse uma avaliação real dos índices da atividade do sector da manutenção na organização Simoldes Aços, mesmo assim, foi possível identificar os pontos críticos e as áreas a intervir.

Neste sentido, este trabalho permitiu que algumas das propostas de melhoria fossem implementadas no decorrer da escrita desta dissertação, com resultados visíveis no desempenho da função manutenção na Simoldes Aços.

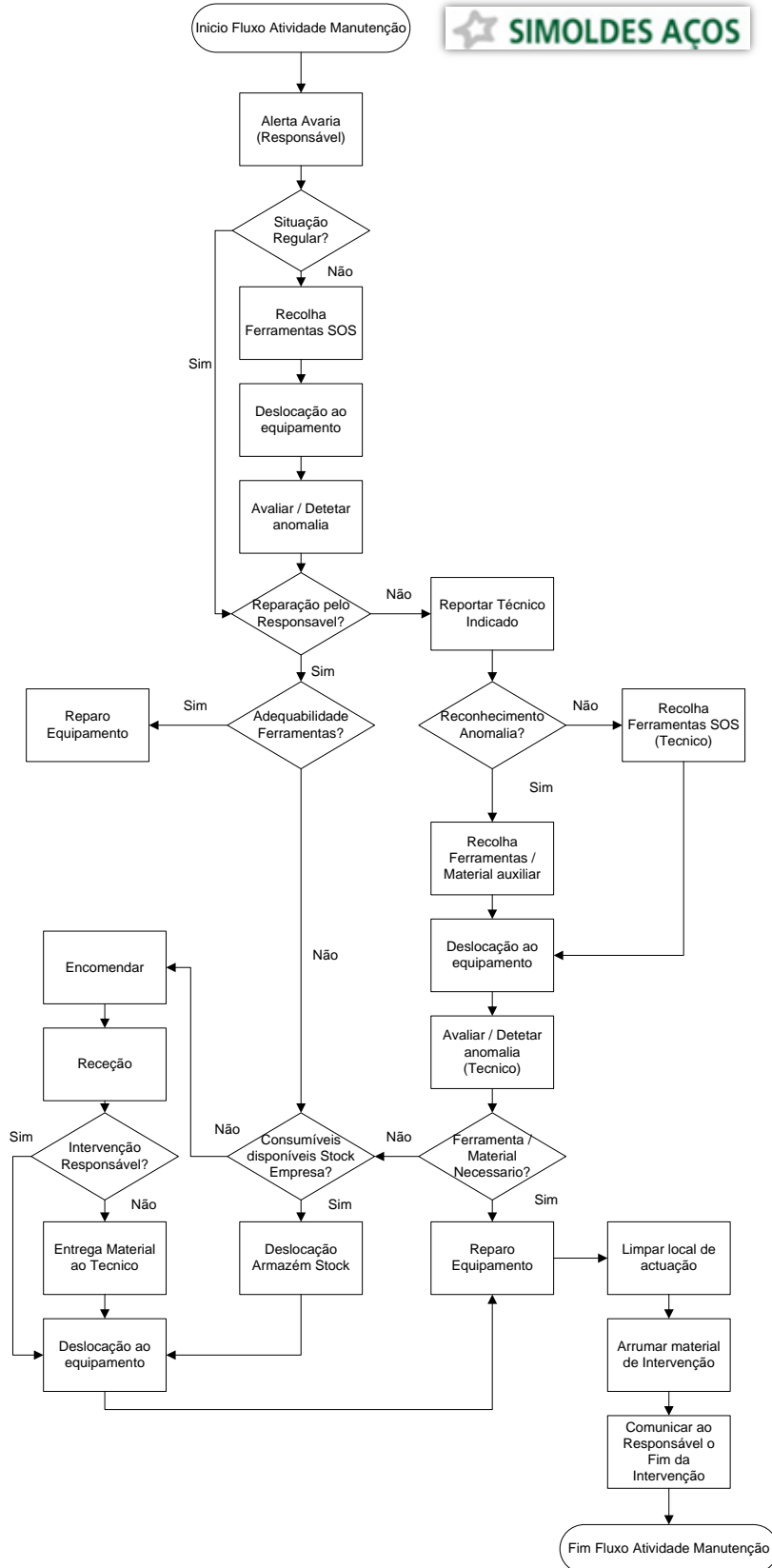
Por outro lado, existe o comprometimento por parte da Administração de prosseguir o processo de melhoria iniciado, o que possibilitará uma alteração do paradigma de funcionamento do departamento de Manutenção e como consequência um aumento global da eficácia e eficiência do processo produtivo da Simoldes Aços.

## *Referências Documentais*

- ÁVILA, P. (2011). *Apontamentos da disciplina de Técnicas de Melhoria e Optimização de Processos*.
- BORRIS, STEVEN. (2006). *Total Productive Maintenance*.
- BRUNT, D. e BUTTERWORTH C. (1998). *Waste Elimination in Lean Production – A Supply Chain Perspective, Proc ISATA 98, Dusseldorf*
- BUFFERNE, JEAN. (2006). *Le guide de la TPM Total Productive Maintenance*.
- CARVALHO, JOSÉ DINIS. (2010). *Cultura “lean” nas Organizações Portuguesas*, Revista EGIUM.
- CEFAMOL. (2010). *Estudo do posicionamento competitivo da indústria portuguesa de moldes*.
- EUROPEAN STANDARD, NP EN 13306. (2007). Versão Portuguesa, Terminologia da Manutenção.
- FRIEDLI, THOMAS. (2010). *Analysis of the Implementation of Total Productive Maintenance, Total Quality Management, and Just-In-Time in Pharmaceutical Manufacturing*.
- FERNANDES, Luis. (2009a). Profitability, 10º Congresso de Manutenção, Lean Manufacturing.
- FERNANDES, Luis. (2009b). Profitability, 10º Congresso de Manutenção, Gestão Visual e Manutenção.
- FERNANDES, Luis. (2009c). Profitability, 10º Congresso de Manutenção, As pessoas primeiro.
- GRAÇA, Beatriz (2011). *Apontamentos da disciplina Manutenção industrial*, Isvouga.
- LIKER, JK e D. MEIER. (2004). *The Toyota way – 14 management principles the world’s greatest manufacturer*. McGraw-Hill.
- MCCARTHY, DENNIS AND RICH, NICK. (2004). *Lean TPM A Blueprint for Change*.
- NAKAJIMA, S. (1989). *Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance*.
- PINTO, J. P. (2007). *Princípios da criação de valor nas organizações*.
- PINTO, J. P. (2008a). *Lean Thinking glossário de termos e acrónimos*.
- PINTO, J. P. (2008b). *Lean Thinking Introdução ao pensamento magro*.
- PINTO, J. P. (2009a). *Lean Thinking*.
- PINTO, J. P. (2009b). *LEAN THINKING criar valor eliminando desperdício*.

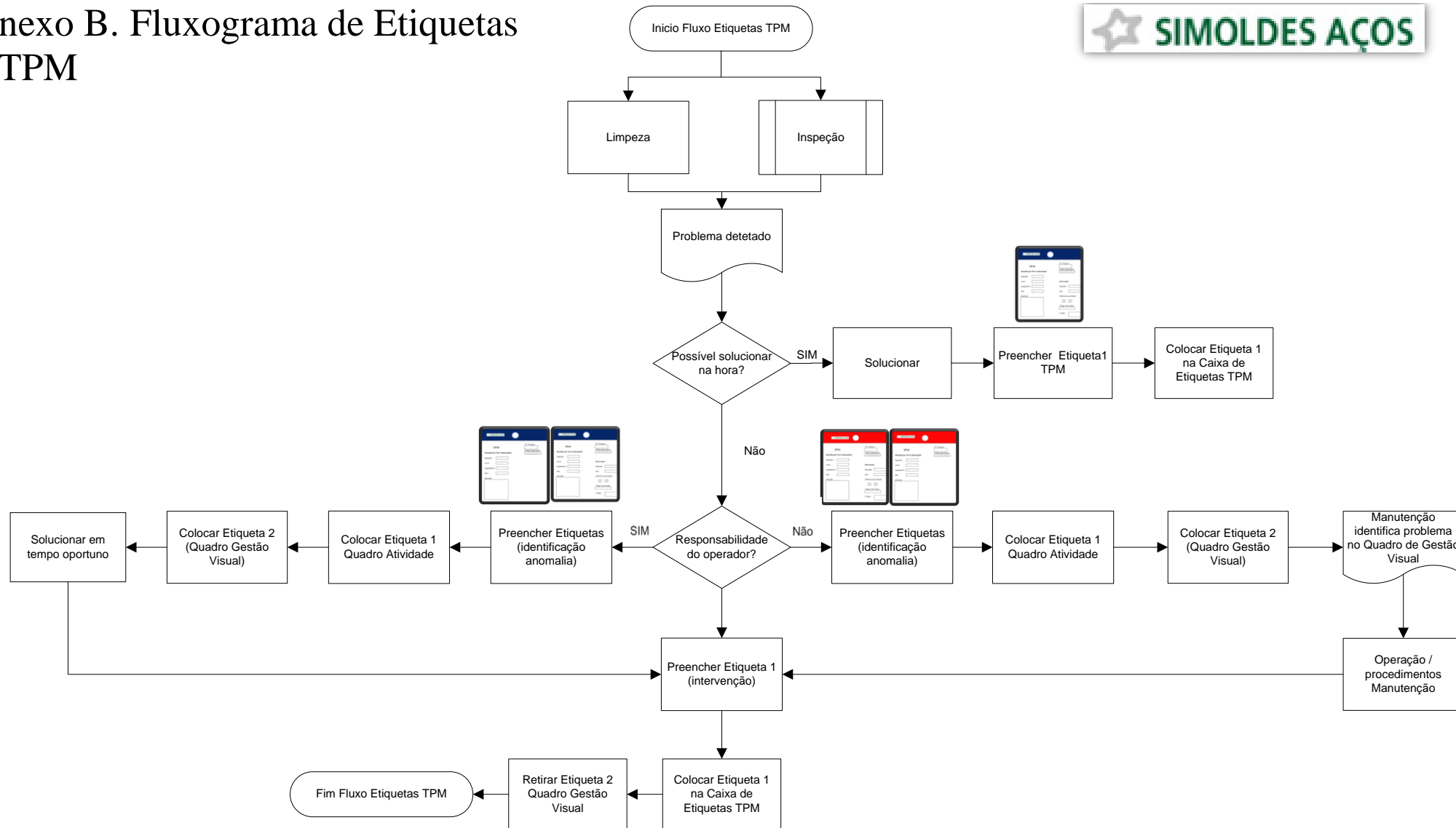
- PINTO, J. P. (2009c). *LEAN THINKING novas janelas de oportunidades para as organizações.*
- PINTO, J. P. (2009d). *TOYOTA PRODUCTION SYSTEM a filosofia de um vencedor.*
- PINTO, J. P. (2009e). *MELHORIA CONTÍNUA Compromisso a longo prazo com a mudança.*
- PINTO, J. P. (2011). *Repensar a função Manutenção centrando-se no pensamento lean.*
- SANTOS, Ana e SANTOS, Marcos. (2007). Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura-um estudo de caso.
- SHINGO S. (1981). *Study of Toyota Production System. Productivity Press.*
- SILVA, JOSÈ PEDRO A. RODRIGUES DA.(2012). Curso de formação TPM Retrieved 15 de Abril, from <http://www.freewebs.com/leanempportugal/formaotpm.htm>.
- SILVA, JOSÈ PEDRO A. RODRIGUES DA. *OEE a forma de medir a eficácia dos equipamentos.*
- SIMOLDES AÇOS. (2010). *Manual da Qualidade.*
- STADNICKA, DOROTA. (2012). *Método 5S.* Lean Ieraning Academy.
- VENKATESH, J. (2007). *An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM).*
- WOMACK JP e JONES DT, 1996 (2003). *Lean thinking.* Simon & Schuster.
- WILLMOTT, PETER AND MCCARTHY DENNIS. (2001). *TPM A Route to World-Class Performance.*

# Anexo A. Fluxograma da Função Manutenção SA





# Anexo B. Fluxograma de Etiquetas TPM





# Anexo C. Fluxograma da Função Manutenção Desejada

