

IMPLEMENTAÇÃO FERRAMENTA LEAN – TPM - SERROTE MECÂNICO ALTERNATIVO

José Manuel Mota Santos



Mestrado 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: José Manuel Mota Santos, Nº 1090075, 1090075@isep.ipp.pt

Orientação científica: Manuel Joaquim Pereira Lopes, mpl@isep.ipp.pt

Supervisão: Manuel Joaquim Pereira Lopes, mpl@isep.ipp.pt



Mestrado em Engenharia Mecânica
Departamento de Engenharia Mecânica
Instituto Superior de Engenharia do Porto
5 de Dezembro de 2012

Agradecimentos

A realização desta dissertação, pela sua enorme importância, não seria possível sem a ajuda e o apoio de diversas pessoas, às quais, ficarei incessantemente agradecido e que enumerarei em seguida:

Ao meu orientador e responsável da disciplina, Professor Doutor Manuel Joaquim Pereira Lopes, pelo afeto, disponibilidade e colaboração demonstrada;

Ao Professor Doutor Francisco Silva, responsável pelo Laboratório de Oficinas Mecânicas do ISEP, pela amabilidade e disponibilidade em ajudar em determinadas tomadas de decisão ao longo do trabalho.

Aos técnicos do Laboratório de Oficinas Mecânicas do ISEP, Vítor Ribeiro e Victor Moreira, pelo enorme contributo dado em diversas atividades práticas de melhoria no projeto.

Ao colega, Bruno Moreira, pela entrega incansável e dedicação em apoiar-me durante todo o percurso deste trabalho.

Gostaria de agradecer às pessoas, que não tendo colaboração direta, foram indispensáveis para este momento, pois é graças a elas que sou quem sou. Agradeço com todo o meu coração:

Aos meus Pais, Francisco Santos e Maria Conceição Mota e à minha irmã Sandra Santos por todo o apoio concedido nesta árdua etapa.

Aos meus amigos e familiares, por toda a compreensão naqueles momentos que não foi possível estar presente;

E um forte agradecimento muito especial, à minha princesa, Patrícia Torres, por todo o auxílio, amor, dedicação e compreensão que me tem oferecido.

Um Muito Obrigado!

Resumo

Presentemente, com a economia cada vez mais globalizada e com a grande competitividade do mercado, as empresas de produção procuram cada vez mais ajustar-se às exigências dos clientes. Por esse motivo, o controlo do fluxo produtivo torna-se imprescindível para a resolução de problemas e para a própria melhoria contínua do processo.

O sistema “*Lean Manufacturing*”, é um conjunto de atividades que tem como meta o aumento da capacidade de resposta às mudanças e à minimização dos desperdícios na produção, constituindo-se num verdadeiro empreendimento de gestão inovadora. O TPM – *Total Productive Maintenance*, é uma ferramenta de melhoria contínua cada vez mais utilizada nas empresas com o objetivo de melhorar a eficiência dos seus equipamentos e atingir metas para a redução de desperdícios, incluindo a restauração e manutenção de condições padrão de funcionamento.

O presente trabalho visa a implementação da ferramenta TPM num equipamento (Serrote Mecânico Alternativo) instalado no Laboratório das Oficinas Mecânicas do Instituto Superior de Engenharia do Porto. No contexto prático, este trabalho consistiu numa primeira fase por implementar a ferramenta 5S’s no posto de trabalho do equipamento em estudo. Durante esta implementação foi possível detetar algumas anomalias no equipamento, tendo sido sujeitas a uma análise para encontrar as suas causas raiz. Posteriormente foi implementada a ferramenta TPM, de modo, a criar melhores condições de acesso e simplificação das atividades de inspeção, lubrificação e limpeza. Além disso, foi executado e proposto algumas oportunidades de melhoria em alguns elementos, de forma a reduzir tempos de operação e tempos de *setup*, contribuindo para o aumento da eficiência do equipamento.

Palavras-Chave

Melhoria contínua, 5S, *Lean Manufacturing*, Eficácia, Desperdício, Formação, Qualidade, Manutenção Produtiva Total.

Abstract

At present, with the more and more globalized economy and with the great competitiveness of the market, the manufacturing enterprises try to adapt gradually to the demands of the clients. For this motive, the control of the productive flow becomes essential for the resolution of problems and itself for the continuous improvement of the process.

The “ Lean Manufacturing “ system, is a set of activities that takes as goal the increase of the capacity to answer to the changes and to the minimization of the wastes in the production, setting itself up as a true undertaking of innovative management. The TPM – Total Productive Maintenance, is a tool of improvement that is progressively used in the manufacturing enterprises with the objective of improving the efficiency of the equipment’s and to reach goals for the reduction of wastes, including the restoration and maintenance of the standard conditions of functioning.

This paper aims at the implementation of the tool TPM on an equipment (Mechanical Alternative Handsaw) installed in the Mechanical Workshops laboratory of the Superior Institute of Engineering of Oporto. In the practical context, this study began with application of the 5S’s tool in the workplace of the equipment in study. During this implementation was possible to detect some anomalies in the equipment, having been subjected to an analysis to find the root causes. Afterwards the tool TPM was implemented, in order, to create better access conditions and simplification of the inspection activities, lubrication and cleansing. Moreover, it was executed and proposed some opportunities for improvement in certain elements, so as to reduce operation times and setup times, thus contributing to increase the efficiency of the equipment.

Keywords

Continuous Improvement, 5S, Lean Manufacturing, Efficiency, Waste, Training, Quality, Total Productive Maintenance.

Índice

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	III
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	XI
ACRÓNIMOS	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.2. OBJETIVOS	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	2
2. FILOSOFIA <i>LEAN THINKING</i>	3
2.1. HISTÓRIA	3
2.2. <i>LEAN THINKING</i> VS. <i>MUDA</i>	5
2.3. PRINCÍPIOS DO <i>LEAN THINKING</i>	7
2.4. TPM – <i>TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE</i>	9
2.4.1. AVARIA	9
2.4.2. FALHA E DETERIORAÇÃO	10
2.4.3. TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	10
2.4.3.1. MANUTENÇÃO PREVENTIVA	10
2.4.3.2. MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	11
2.4.3.3. CINCO NÍVEIS DE MANUTENÇÃO (AFNOR)	11
2.4.4. OBJETIVOS DO TPM	12
2.4.5. PERDAS QUE O TPM PERMITE ELIMINAR	13
2.4.6. OS OITO PILARES DO TPM	14
2.4.6.1. MELHORIAS INDIVIDUALIZADAS NAS MÁQUINAS	15
2.4.6.2. ESTRUTURAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÓNOMA.....	17
2.4.6.3. ESTRUTURAÇÃO DA MANUTENÇÃO PLANEADA	26
2.4.6.4. FORMAÇÃO E TREINO	29
2.4.6.5. CONTROLO INICIAL DO EQUIPAMENTO E PRODUTO	31
2.4.6.6. MANUTENÇÃO DA QUALIDADE	32
2.4.6.7. TPM NOS ESCRITÓRIOS	34
2.4.6.8. HIGIENE, SEGURANÇA E CONTROLO AMBIENTAL.....	35
2.4.7. AS 12 ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO TPM.....	35
2.4.8. RESULTADOS ESPERADOS DO TPM.....	37

2.5.	5S's.....	38
2.6.	SMED – <i>SINGLE MINUTE EXCHANGE DIE</i>	39
3.	DESENVOLVIMENTO PRÁTICO	41
3.1.	O SERROTE MECÂNICO ALTERNATIVO.....	41
3.1.1.	CONSTRUÇÃO BÁSICA	42
3.2.	CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO ATUAL.....	46
3.3.	IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÓNOMA	49
3.3.1.	LIMPEZA E INSPEÇÃO INICIAL.....	49
3.3.2.	IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS E ANOMALIAS	51
3.3.3.	LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE CONTAMINAÇÃO E LUGARES INACESSÍVEIS.....	54
3.3.4.	DEFINIÇÃO DOS PADRÕES DE LIMPEZA E INSPEÇÃO	59
3.3.5.	PRATICAR A AUTO GESTÃO TOTAL	66
3.3.6.	AUDITORIAS	74
3.4.	FORMAÇÃO E TREINO.....	75
4.	CONCLUSÕES.....	76
	REFERÊNCIAS DOCUMENTAIS	78
	ANEXOS.....	81
ANEXO A.	PLANO DE AÇÕES DO TPM.....	82
ANEXO B.	INSTRUÇÃO DE TRABALHO.....	84
ANEXO C.	INSTRUÇÃO DO EQUIPAMENTO.....	87
ANEXO D.	INSTRUÇÃO DE LIMPEZA.....	91
ANEXO E.	PLANO ILL.....	94
ANEXO F.	REGISTO DE ANOMALIAS E OPORTUNIDADES DE MELHORIA	98
ANEXO G.	ETIQUETAS VERMELHAS E AZUIS.....	100
ANEXO H.	REGISTO DA MANUTENÇÃO EFETUADA.....	102
ANEXO I.	REGISTO PARA AUDITORIA.....	104

Índice de Figuras

Figura 1 - Modelo simplificado para o TPS	4
Figura 2 - Os sete princípios Lean Thinking	8
Figura 3 - “Os Quatro Zeros”	12
Figura 4 – Os Oito Pilares do TPM	14
Figura 5 – Etiquetas não-conformidade	21
Figura 6 - A repetição do ciclo CAPD de forma a atingir as condições ótimas	26
Figura 7 – Custos da manutenção planeada e de falhas de equipamentos em função do nível de manutenção (qualidade de manutenção) utilizado	27
Figura 8 – Estrutura para a Manutenção	28
Figura 9 – Diagrama de Ishikawa	33
Figura 10 – Várias etapas de implementação da ferramenta 5S	39
Figura 11 - Etapas de implementação da ferramenta SMED	40
Figura 12 – Serrote Mecânico Alternativo	42
Figura 13 – Bancada do serrote mecânico.....	42
Figura 14 – Mecanismo motriz do serrote.....	43
Figura 15 – Mordaças do serrote mecânico.....	44
Figura 16 – Sistema de refrigeração do serrote mecânico.....	45
Figura 17 – Estado atual do equipamento	46
Figura 18 – Itens inúteis e outros desorganizados no posto de trabalho	47
Figura 19 – Quadro de Apoio ao Posto de Trabalho.....	48
Figura 20 - Kit de Limpeza, Lubrificação e Ferramentas	48
Figura 21 – Definição e disposição de áreas para ferramentas e utensílios.....	49
Figura 22 – Estado inicial de limpeza do equipamento.....	50
Figura 23 – Etapas da limpeza inicial do equipamento.....	50
Figura 24 – Antes e depois - limpeza inicial e pintura.....	51
Figura 25 – Identificação de anomalias no equipamento	52
Figura 26 – Diagrama Causa e Efeito	53
Figura 27 – Falhas identificadas no equipamento.....	53
Figura 28 – Correção de pequenas falhas no sistema.....	54
Figura 29 – Melhoria do escoamento do fluido de corte na bancada.....	55
Figura 30 – Colocação de proteção em borracha.....	56
Figura 31 – Colocação da rede aço inox sobre a bancada e depósito	56
Figura 32 – Etapas de melhoria no processo de limpeza da bancada e do depósito fluido de corte.....	56
Figura 33 – O antes e o depois da implementação da gestão visual	58

Figura 34 – Parte da Instrução do equipamento	60
Figura 35 – Parte da Instrução de trabalho	61
Figura 36 – Parte da Instrução de limpeza	61
Figura 37 – Parte do Plano ILL (Inspeção, Limpeza e Lubrificação)	62
Figura 38 – Registo e controlo da manutenção efetuada.....	63
Figura 39 – Registo de anomalias e oportunidades de melhoria encontradas no equipamento.....	63
Figura 40 – Etiqueta Vermelha e Etiqueta Azul	64
Figura 41 – Disposição de toda a informação necessária no quadro	66
Figura 42 – Melhoria dos elementos de fixação no batente do material a cortar.....	67
Figura 43 – Otimização do sistema de aperto/desaperto das mordças	68
Figura 44 - Melhoria dos elementos de fixação/substituição da serra	68
Figura 45 – Exemplos de Aperto-rápido encontrados nas bicicletas	69
Figura 46 – Aperto-rápido com manípulo	69
Figura 47 – Mordças modificadas.....	69
Figura 48 – Pinos de apoio da lâmina	70
Figura 49 – Alteração da configuração da afinação da tensão da serra de corte	70
Figura 50 – Configuração do manípulo na posição aberta a) e na posição fechada b)	71
Figura 51 – Porca de afinação da tensão da serra de corte.....	71
Figura 52 – Sistema otimizado vs. Sistema presente no equipamento.....	71
Figura 53 – Esquema de montagem/substituição da serra de corte	72
Figura 54 – Estrutura do suporte do batente.....	73
Figura 55 – Sistema atual vs. Sistema otimizado	74
Figura 56 – Depósito para lubrificar o veio.....	74
Figura 57 – Parte do Registo para Auditoria	75

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Tipos de falhas e deterioração	10
Tabela 2 – As 6 Grandes Perdas do TPM	13
Tabela 3 – Procedimento passo-a-passo para a melhoria contínua	17
Tabela 4 – As 7 etapas para aplicação da manutenção autónoma.....	19
Tabela 5 – Atividades da manutenção planeada	29
Tabela 6 – Competências dos operadores e dos técnicos de manutenção	30
Tabela 7 – Algumas particularidades do diagrama de Ishikawa.....	34
Tabela 8 – As 12 etapas para implementação do TPM.....	36
Tabela 9 – Resultados esperados do TPM.....	38
Tabela 11 – Análise comparativa do tempo de intervenção no processo atual e anterior	59
Tabela 12 – Análise comparativa dos tempos de intervenção segundo os diferentes processos	73

Acrónimos

- AFNOR - Associação Francesa de Normalização (*Association Française de Normalisation*)
- CLT - Comunidade *Lean Thinking*
- EPI - Equipamento de proteção individual
- ILL - Inspeção, Lubrificação e Limpeza
- JIS - *Japan Institute of Standards*
- JIT - *Just in Time*
- JIPM - Instituto Japonês de Manutenção Industrial (*Japan Institute of Plant Maintenance*)
- KIT - Embalagem que contém tudo o que é necessário para determinada ação ou atividade.
- MP - Manutenção preventiva
- MPS - Manutenção preventiva sistemática
- MCu - Manutenção Corretiva
- MPC - Manutenção preventiva condicional
- MM - Manutenção de melhoria
- OEE - Rendimento global do equipamento (*Overall Equipment Efficiency*)
- Poka-yoke* - Termo japonês para dispositivos anti-erro
- SMED - *Single Minute Exchange of Die*

- Stakeholder* - Partes interessadas de uma organização
- SSA - Segurança, Saúde e Ambiente
- TPS - Application Programming Interface
- TPM - Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*)

1. INTRODUÇÃO

O *Lean Manufacturing* é um conjunto de estratégias para identificar e eliminar desperdícios nos processos, nos produtos e na empresa em geral, orientadas para o cliente.

O *Lean* melhora a eficiência pela redução dos tempos e recursos dos processos, permitindo produzir os produtos ao ritmo da sua procura pelos clientes e, simultaneamente, reduzir o inventário.

As empresas que adotaram o *Lean* nas suas áreas operacionais, melhoraram a qualidade dos seus produtos, obtiveram uma elevada redução dos custos totais e, acima de tudo, conseguiram responder eficazmente às solicitações e requisitos dos clientes e atingir uma posição de liderança no mercado.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Os grandes desafios postos atualmente às empresas passam pela redução dos prazos de entrega e dos custos dos seus produtos, devido às crescentes exigências dos seus clientes e à pressão da concorrência, cada vez mais global.

De uma forma reativa, as empresas procuram desenvolver estratégias para fazer face a estes desafios, muitas vezes desordenada e pontualmente, não conseguindo responder eficazmente ao mercado ou, se o conseguem, com custos insustentáveis a longo prazo.

Neste contexto, a adoção dos conceitos, cultura e práticas do *Lean Manufacturing* têm mostrado ser, a médio e longo prazo, o modo mais eficaz para garantir a competitividade das empresas.

1.2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como principal objetivo a implementação da ferramenta TPM num Serrote Mecânico Alternativo, instalado no Laboratório de Oficinas Mecânicas do Instituto Superior de Engenharia do Porto.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

Enquadrando o tema deste trabalho e os seus objetivos, apresentam-se em seguida, os restantes capítulos que constituem a estrutura do mesmo.

No Capítulo 2 é apresentado o estudo da arte relacionado com a filosofia *Lean Thinking* e algumas das suas ferramentas, focalizando-se principalmente na ferramenta TPM, que servirão de sustentação ao desenvolvimento e às fases de implementação em contexto prático.

No capítulo 3, apresenta-se a caracterização do estado atual (inicial) do equipamento e do posto de trabalho, assim como, o desenvolvimento e sustentação das várias etapas de implementação das várias ferramentas utilizadas.

No último capítulo, o 4º, são reunidas as principais conclusões obtidas com o desenvolvimento deste trabalho.

2. FILOSOFIA *LEAN THINKING*

Lean Thinking, ou pensamento magro, é uma filosofia de gestão que promove formas de especificar valor para o cliente, melhora sequência de fluxos de processos, torna a performance mais eficiente e elimina desperdícios na produção.

2.1. HISTÓRIA

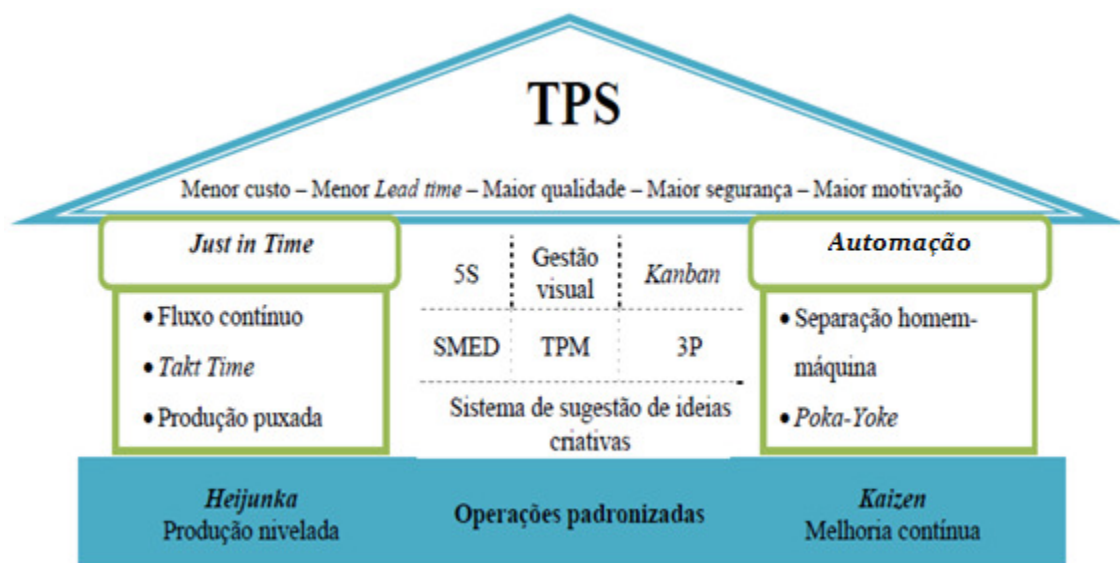
As ideias *Lean* são aplicadas desde os tempos dos romanos, ao padronizarem os seus instrumentos de guerra e processos construtivos como as estradas e os arcos, entre outros.

É dado Eli Whitney como o primeiro pensador *Lean* de forma mais sistemática, ao desenvolver, em 1799, a ideia de peças intermutáveis para armas de guerra – mosquetes (Poppendieck, 2006). Outros grandes pensadores surgiram posteriormente com ideias *Lean*, como Frederick Taylor com a implementação da padronização e estudo dos tempos de trabalho, e Henry Ford com as linhas de produção e criação de valor para o cliente.

Após a primeira guerra mundial, Ford transformou a sua produção industrial automobilística artesanal em produção em massa. E é com base nesses conceitos que, após a segunda guerra mundial, os japoneses criaram a sua própria indústria automobilística, como o caso da *Toyota*.

Houve necessidade de uma adaptação ao mercado japonês, em que se exigia grande variedade de produtos, qualidade assegurada, trabalho de acordo com a procura e custos reduzidos. A solução passou por um sistema de produção em fluxo, tecnologias flexíveis, processos à prova de erro, e organização por famílias de produtos para garantir variedade na produção (Fontanini, 2004). Criou-se assim o sistema de gestão *Toyota Production System* (TPS).

Taiichi Ohno, um dos criadores do TPS, definiu a base do sistema como a absoluta eliminação do desperdício, suportada por dois pilares: *Just in Time* (JIT) e Automação. Na Figura 1 apresenta-se o sistema TPS num esquema chamado “A casa do TPS”.



Fonte: (Adaptado, Ghinato 2000)

Figura 1 - Modelo simplificado para o TPS

Nos primeiros anos após a introdução do TPS, as questões focaram-se em descobrir se o seu sucesso não seria devido à cultura japonesa, ou se não seria afeto apenas à *Toyota*. Gerou-se alguma discussão em torno do sistema de negócio *Lean*. Será que o sistema só seria exequível na indústria de produção, ou poderia ser aplicado a todos os departamentos de uma organização, incluindo desenvolvimento do produto, gestão de cadeia de fornecimentos, relações com clientes, e gestão geral?

Essas respostas foram dadas pelas investigações de Womack et al. (2007) no livro publicado pela primeira vez em 1990 “*The Machine That Changed The World*”, no qual introduziram o termo *Lean Production*. Esta filosofia poderia ser aplicada por qualquer

companhia, em qualquer parte do mundo, mas teria a sua máxima eficácia se empregada a todos os elementos da empresa.

Womack e Jones (2003) foram também os criadores do termo *Lean Thinking* (uma generalização do TPS), ao publicarem pela primeira vez o livro com o mesmo nome, em 1996, onde estabeleceram as bases da mentalidade proposta em cinco princípios, a partir dos quais diversas ferramentas foram desenvolvidas.

Outros autores deram também as suas contribuições ao generalizar o TPS, encontrando-se em todos eles uma linha comum. Como Fujimoto em 1999, Spear e Bowen em 1999, e Koskela em 1992, que interpretaram os princípios da filosofia *Lean* de forma diferente.

2.2. LEAN THINKING VS. MUDA

Muda é uma expressão japonesa que significa desperdício, ou seja, atividade que consome recursos e não acrescenta valor. Ao contrário deste, *Lean* promove a forma de fazer mais por menos (material, pessoal, tempo e espaço), e ainda aproximando mais o produto dos desejos do consumidor. Também torna o trabalho mais satisfatório ao fornecer *feedback* imediato dos esforços de transformar desperdício em valor (Womack e Jones, 2003).

As formas de desperdício identificadas por Ohno, segundo as quais são responsáveis por 95% do total de custos dos ambientes *non-lean*, são:

- **Sobreprodução** – significa produzir antes do pedido do cliente, ou mais do que é pedido. É altamente dispendioso pois impede um fluxo suave de materiais, empata valor de mão-de-obra e de recursos que poderiam estar a ser usados em outras atividades mais úteis, e cria necessidade de inventários (Peneiro1, 2007). Da mesma forma que o sistema *Just in Time* significa produzir apenas quando o cliente solicita, a sobreprodução é referida como *Just in Case*, pois permite obtenção do produto mesmo quando ocorrem imprevistos, ou seja, torna mais difícil a deteção de problemas e defeitos da produção (McBride, 2003). A solução passa por aplicar o JIT de modo a que esses problemas sejam revelados e resolvidos (planos de manutenção de máquinas, melhor ação de formação das equipas de trabalho, planos de atividades, entre outros).

- **Espera** – por material, equipamento, informação, ferramentas, etc. Ocorre quando há períodos de inatividade num processo a jusante porque uma atividade a montante ainda não está concluída, ou seja, sempre que o produto/serviço não está a ser processado (Hicks, 2007). Este desperdício ocorre mais frequentemente quando o fluxo de material é pobre, o ciclo de produção demasiado longo, ou as distâncias longas entre centros de trabalho (McBride, 2003). Reduzir burocracia, nivelar a carga de trabalho das equipas de produção e unir processos formando um fluxo contínuo, de modo que cada passo ligue diretamente com o seguinte, pode reduzir drasticamente o tempo de espera.
- **Transporte** – movimento e transporte desnecessário de materiais, tal como trabalho em processamento sendo transportado entre operações. Apesar de não agregar valor, esta atividade é necessária, devendo então ser minimizada através de uma organização física do espaço que minimize as distâncias a percorrer (Corrêa e Giansesi, 1993).
- **Processamento inapropriado** – operações extra, como trabalho por refazer, reparar ou retocar, armazenamento, excesso de etapas de processamento, inspeção, utilização de máquinas demasiado potentes para o objetivo proposto e consequente tentativa de rentabilização máxima desta, criando excesso de inventário. Os constituintes do produto devem ser feitos sem imperfeições, com *design* adequado e ferramentas de manutenção, podendo usar-se dispositivos anti erro, ou *Poka-yoke*. As máquinas devem ser menores e mais flexíveis, ajustadas à produção necessária. O processamento pode ser melhorado através de uma análise eficaz dos passos de todo o processo, eliminando os desnecessários (Reis, 2004).
- **Excesso de inventário** – todo o inventário que não foi encomendado pelo cliente, incluindo matéria-prima, trabalho em processamento e produto final. Requer espaço precioso de armazenamento, esconde defeitos de produção, atrasa identificação de problemas e empata capital financeiro. Para evitar este desperdício, deve-se padronizar o espaço e as atividades, implementar o JIT e manter o fluxo contínuo.
- **Excesso de movimento** – de trabalhadores, de informação, de documentos. O movimento excessivo dos trabalhadores está diretamente relacionado com o

planeamento do espaço e organização das ferramentas de trabalho. Pode ser resolvido com análise e redefinição do espaço para o melhorar, com envolvimento de quem nele trabalha.

- **Defeitos** – erros durante o processo, recorrendo ao retrabalho ou trabalhos a mais. Os desperdícios por defeitos são de quatro formas: materiais consumidos; mão-de-obra utilizada que não é recuperável; mão-de-obra novamente requisitada para retocar, reparar, refazer e inspecionar; uso de recursos para responder a potenciais reclamações dos clientes (Peneirol, 2007). É possível a redução dos defeitos através de um processo contínuo de melhoria com envolvimento das equipas de trabalho, dispositivos anti-erro e controlo esquematizado.

2.3. PRINCÍPIOS DO *LEAN THINKING*

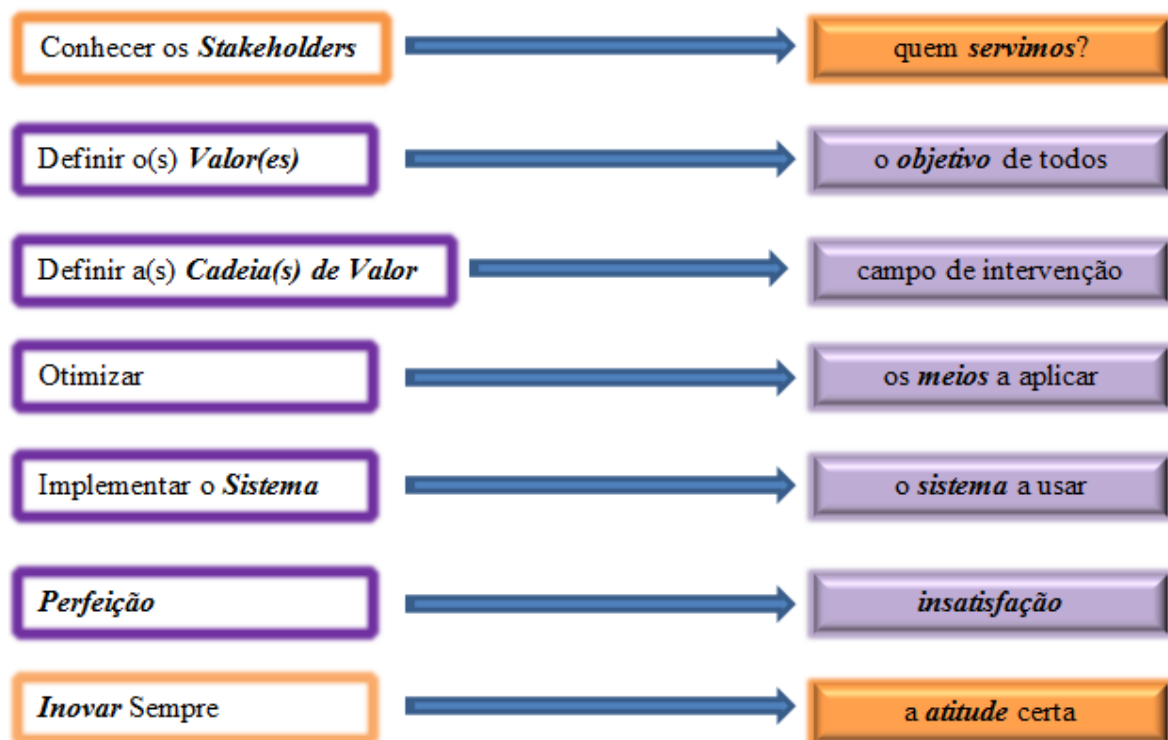
Womack e Jones (2003) analisaram a metodologia do TPS, e compilaram cinco princípios do *Lean Thinking* no livro com o mesmo nome, em 1998:

- Especificar **Valor** – este princípio é o primeiro passo para a aplicação de todos os outros conceitos *Lean*. Definido pela perspetiva do cliente final, é significativo quando expresso em termos de produto específico que vai ao encontro das suas necessidades com determinado preço e num determinado tempo. Existem ideias distorcidas de Valor causadas pelo poder das organizações e pela tecnologia existente. E quando o mercado não responde bem ao produto, geralmente é ajustado o preço, ao invés de se analisar e repensar os conceitos mal definidos do que realmente é Valor para o cliente, uma vez que fornecer da melhor maneira o produto errado é uma forma de desperdício;
- Identificar **Cadeia de Valor** – a corrente de valor é o conjunto de todas as atividades específicas requeridas para produzir determinado produto (bens e/ou serviços) através das duas tarefas críticas de gestão:
 - ✓ Resolução de problemas - passando pela conceção, projeto e empreitada;
 - ✓ Gestão de informação - desde a receção do pedido à entrega final do produto;
- Fazer o **Fluxo** de valor acontecer sem interrupções;

- Deixar o cliente **Puxar** o valor do produto;
- Perseguir a **Perfeição** (produto à medida, tempo de entrega zero, nada em provisionamento).

No entanto, os cinco princípios apresentam algumas lacunas, consideram apenas a cadeia de valor do cliente, mas numa organização não há apenas uma mas várias cadeias de valor: uma para cada *Stakeholder*, ou seja, existem várias partes interessadas ou interveniente, que se refere a todos os envolvidos em um processo, por exemplo, clientes, colaboradores, investidores, fornecedores, comunidade, etc. O bom desempenho de um projeto depende da opinião e do trabalho de todos os interessados.

Para evitar que as organizações entrem em grandes agitações para reduzir desperdícios, que muitas vezes se traduzem em despedimentos, esquecendo a sua missão e o seu propósito de criar valor para as partes interessadas, a Comunidade *Lean Thinking* (CLT 2008), através dos seus esforços de investigação e desenvolvimento, propôs a revisão dos princípios *Lean Thinking*, sugerindo a adoção de mais dois princípios – “Conhecer o *Stakeholder*” e “Inovar Sempre” – que procuram colocar as organizações no caminho certo, rumo à excelência e ao desempenho extraordinário (Pinto, 2008).



Fonte: (Adaptado, Pinto 2008)

Figura 2 - Os sete princípios Lean Thinking

2.4. TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

Nakajima (1988), define TPM como “a manutenção produtiva que envolve a participação de todos” combinando as práticas de manutenção preventiva norte-americanas, com os conceitos japoneses de controlo total da qualidade e envolvimento total dos colaboradores.

Suzuki (1994) refere que a designação TPM deve-se ao empenho de toda a organização, para além dos departamentos diretamente ligados aos equipamentos e à produção, na procura da eficiência. As sinergias desta interação resultam numa manutenção dos equipamentos que otimiza a sua eficiência, eliminando as avarias e promovendo a manutenção diária por parte do operador, explorando o facto de que quem trabalha com a máquina é quem melhor a conhece, criando nele um sentimento de posse sobre a mesma.

Segundo Shirose (1992), a adoção do TPM permite à empresa atingir metas como zero defeitos e zero avarias, cujo retorno significa maior produtividade e maior rentabilidade.

Para o JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), detentor da patente do TPM, conforme refere McCarthy (2004), o TPM é caracterizado pelos seguintes princípios:

- Criar uma cultura corporativa que persiga constantemente a maximização da eficiência do equipamento (OEE – *Overall Equipment Efficiency*);
- Construir um sistema que previna qualquer tipo de perda, criando assim uma meta de ações preventivas e preditivas, para atingir o “zero-acidente, zero defeito e zero-falha”, em todo o ciclo de vida de um equipamento;
- Envolver todos os departamentos, manutenção, produção, desenvolvimento, *marketing* e administração na implementação do TPM;
- Envolver todos os trabalhadores, desde a gestão de topo até aos últimos operacionais;
- Atingir “perda-zero” com atividades autónomas e voluntárias de pequenos grupos.

2.4.1. AVARIA

O conceito de avaria é, correntemente, associado à paragem ou inoperacionalidade do equipamento. Na ótica da manutenção, porém, esse conceito é mais lato pois envolve, não

só a inoperacionalidade do equipamento como, também, o seu mau funcionamento, entendido como rendimento abaixo do normal, produção defeituosa, sintomas anormais, etc. (Cabral, 2004).

Segundo Moubray (1991), avaria é a inaptidão de um bem para atingir um determinado nível de desempenho.

Ferreira (1998) refere que avaria é uma alteração ou cessação da possibilidade de um bem ou equipamento realizar uma função pré-determinada.

2.4.2. FALHA E DETERIORAÇÃO

Segundo Cabral (2004) a definição de falha, segundo o JIS (*Japan Institute of Standards*) é a seguinte: “falha significa a perda da função definida do equipamento”. A Tabela 1 apresenta os dois tipos de falha e de deterioração de acordo com (Cabral, 2004).

Tabela 1 – Tipos de falhas e deterioração

Falhas	Deterioração
Tipo 1 – Paragem de função – o equipamento deixa de funcionar de forma repentina ou as peças produzidas tornam-se defeituosas.	Deterioração natural – sendo o equipamento utilizado de modo correto, a deterioração evolui fisicamente com o passar do tempo, reduzindo a capacidade inicial do equipamento.
Tipo 2 – Perda de função – o equipamento está em funcionamento mas não na sua totalidade, possuindo falhas parciais.	Deterioração acelerada – sucede ao uso inadequado do homem.

Fonte: (Adaptado, Cabral 2004)

2.4.3. TIPOS DE MANUTENÇÃO

2.4.3.1. MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Segundo Ferreira (1998) a função da manutenção preventiva é atuar de forma a reduzir ou evitar a falha ou quebra no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

Manutenção preventiva é aquela que é realizada com o objetivo de evitar ocorrência de avarias. Atua-se antes. É manutenção planeada (Cabral, 2004).

Para Cabral (2004) existem dois tipos de manutenção preventiva:

- a) **Preventiva Sistemática** – assume que as falhas ocorrem segundo o padrão da “curva da banheira”, portanto, os trabalhos são planejados com periodicidades tais que os vários constituintes se mantêm a funcionar na parte inferior da curva: a intervalos de tempo “t” substitui-se ou recondiciona-se o componente, independentemente de ele aparentar estar em bom estado de funcionamento.
- b) **Preventiva Condicional** – recorre a meios de vigilância sistemáticos para determinar qual é a oportunidade certa para intervir em determinado componente para evitar que o equipamento falhe. Se este funcionar bem não se mexe; intervém quando houver indícios de mau funcionamento ou aproximação de avaria.

Para Ferreira (1998) a manutenção preventiva pressupõe a intervenção do serviço de Manutenção num momento devidamente preparado e programado antes da data provável do aparecimento de uma avaria.

2.4.3.2. MANUTENÇÃO CORRETIVA

Manutenção corretiva é a manutenção realizada depois da ocorrência de uma avaria com cessação da aptidão do bem para desempenhar a função requerida, destinada a restaurar a aptidão desse bem para realizar essa função (Cabral, 2004).

2.4.3.3. CINCO NÍVEIS DE MANUTENÇÃO (AFNOR)

Ferreira (1998) serve-se da AFNOR para dividir a manutenção em cinco níveis:

1º Nível – Ajustagens simples previstas pelo construtor sem desmontagem do equipamento ou substituição de elementos acessíveis com toda a segurança. Manutenção realizada pelo operador.

2º Nível – Reparações através de substituição de elementos *standards* previstos para este efeito ou operações menores de manutenção preventiva (rondas). Manutenção realizada por um técnico habilitado, em algumas situações, o operador.

3º Nível – Identificação e diagnóstico das avarias, reparação por substituição de componentes funcionais, reparações mecânicas menores. Para este nível pretende-se um técnico especializado no local ou uma equipa de manutenção.

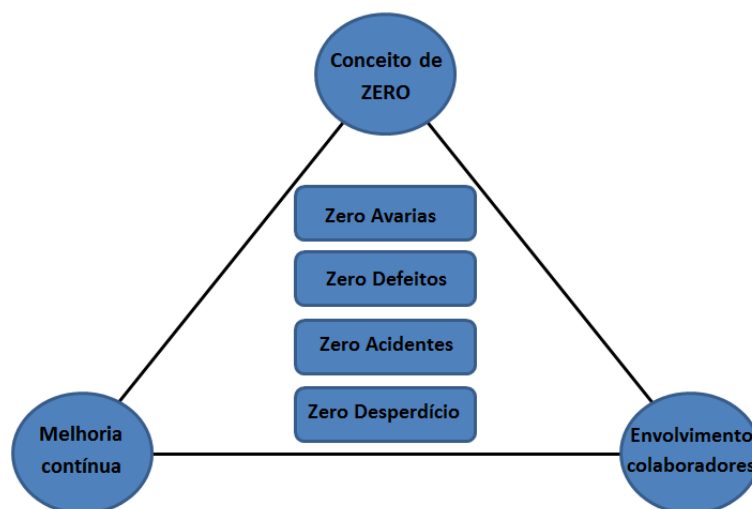
4º Nível – Trabalhos importantes de manutenção curativa, corretiva ou preventiva. É exigida uma equipa de manutenção.

5º Nível – Trabalhos de renovação, de construção ou reparações importantes numa oficina central ou por subcontratação. Necessidade de uma equipa completa de manutenção polivalente no local.

2.4.4. OBJETIVOS DO TPM

Os objetivos do TPM foram definidos pelo JIPM, Instituto Japonês de Manutenção Industrial, considerando 5 dimensões:

- Criar uma organização que maximize a eficiência dos sistemas produtivos;
- Gerir o processo produtivo como uma organização que minimize as perdas, através do estabelecimento de metas orientadas a “zero acidentes” e “zero defeitos”, ao longo do ciclo de vida dos elementos produtivos;
- Envolver todos os departamentos na implantação do TPM, incluindo o desenvolvimento de novos produtos, vendas e administração;
- Envolver todos os funcionários desde a gestão de topo até aos operadores.
- Orientar as ações visando atingir a meta de “zero perdas”, socorrendo-se das atividades de pequenos grupos de trabalho (SUZUKI, 1994).



Fonte: (Adaptado, Silva 2009)

Figura 3 - “Os Quatro Zeros”

Seguindo a analogia do Iceberg, proposta por (Cabral, 2004), uma fábrica é composta por uma parte visível, a parte produtiva, e uma parte invisível, a parte das perdas. Então o TPM é a “técnica que permite transformar a parte invisível em visível, através da eliminação de todas as perdas.”

2.4.5. PERDAS QUE O TPM PERMITE ELIMINAR

Embora existam, no total, dezasseis perdas, as que são conhecidas como as seis grandes perdas, apresentam-se na Tabela 2, identificadas por Nakajima (1989), responsáveis pela redução do rendimento operacional global dos equipamentos. Elas são o foco da atuação do TPM.

Tabela 2 – As 6 Grandes Perdas do TPM

1. Perda por paragem acidental	Pode ocorrer por paragem de função ocasionada de modo repentino ou, por quebra de função quando o desgaste da máquina começa a reduzir as condições originais do equipamento.
2. Perda por paragem durante a mudança de produto e afinações (<i>setup</i>)	Esta perda surge sempre que há uma mudança de produto na linha e o equipamento necessita de regulação e ajustes. É o espaço temporal entre a paragem do produto que estava a ser produzido e o início da produção do novo produto.
3. Perda por pequenas paragens e operação em vazio	São paragens momentâneas resultantes de um problema qualquer que não constitui quebras. São as interrupções devido aos controlos existentes na máquina e que bloqueiam o seu funcionamento. Com o rearranque o equipamento volta a funcionar normalmente.
4. Perda por quebra de velocidade	Esta perda refere-se à diferença entre velocidade nominal e real de funcionamento do equipamento. Pode ser ocasionada por problemas mecânicos, problemas relativos à qualidade ou a outros fatores que obrigam a produzir com velocidade reduzida.
5. Perda por produto defeituoso e retrabalho	Compreende todas as operações relativas a retrabalho ou eliminação de produtos defeituosos, gerados durante o processo de fabricação.
6. Perda no arranque das máquinas (<i>startup</i>)	É a perda decorrente entre o início da produção e a estabilização do processo. Pode ser ocasionada pela instabilidade da própria operação, por ferramentas inadequadas, falta de manutenção, problemas de domínio técnico do operador ou falta de matérias-primas.

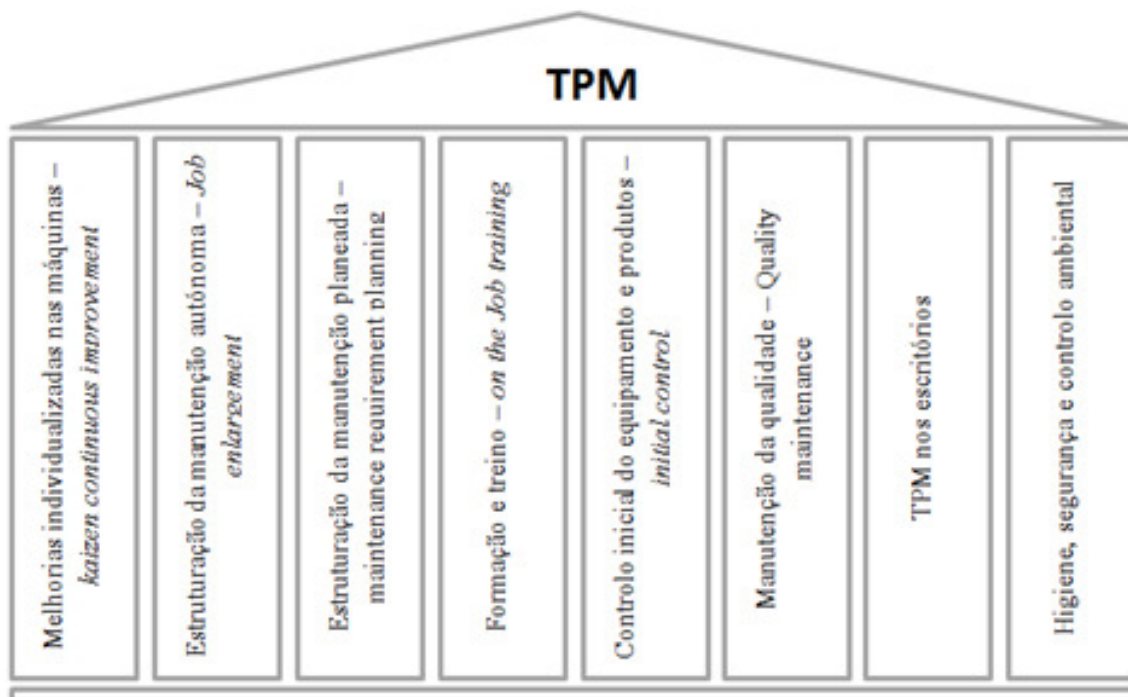
Fonte: (Adaptado, Nakajima 1989)

2.4.6. OS OITO PILARES DO TPM

A eliminação das grandes perdas deve ser alcançada através dos pilares do sistema TPM. Aos cinco pilares iniciais, definidos por Nakajima (1989), foram adicionados pelo JIPM, mais três pilares, resultantes do aumento das atividades nas empresas, na procura da redução de desperdícios. A Figura 4 mostra os oito pilares do TPM.

Para implementação do TPM são necessários os seguintes oito pilares básicos:

- Melhorias individualizadas nas máquinas;
- Estruturação da manutenção autónoma;
- Estruturação da manutenção planeada;
- Formação e treino;
- Controlo inicial do equipamento e produto;
- Manutenção da qualidade;
- TPM nos escritórios;
- Higiene, segurança e controlo ambiental.



Fonte: (Adaptado, Cabral 2004)

Figura 4 – Os Oito Pilares do TPM

2.4.6.1. MELHORIAS INDIVIDUALIZADAS NAS MÁQUINAS

A importância deste pilar é incluir todas as atividades que maximizam a eficácia global do equipamento, processo e organizações através de uma rígida eliminação de perdas e melhoria do desempenho.

Suzuki (1994) alerta para a importância de não confundir as atividades de melhoria individualizadas com as atividades de melhoria contínua realizadas no decorrer das tarefas de rotina. Essas atividades de melhoria são executadas por equipes de projeto multidisciplinares compostas por engenheiros, pessoal da manutenção e operadores, que devem suportar e apoiar as equipes junto da planta fabril com uma metodologia cuidadosamente planejada e monitorizada. O êxito dos projetos de melhoria está vigorosamente dependente das informações oriundas dos operadores pelo acompanhamento diário que realizam no equipamento.

Suzuki (1994) refere que a preparação mental e física é essencial para as equipes antes de começar qualquer projeto de melhoria contínua. Estas devem preparar-se da seguinte forma:

- Compreender na totalidade a filosofia de melhoria contínua;
- Compreender na íntegra o significado de perdas e as razões da melhoria da eficácia global;
- Estudar bem o processo produtivo, incluindo as principais bases teóricas;
- Recolher todas as informações sobre as falhas, problemas e perdas, e registrá-las em tempo oportuno;
- Esclarecer as condições básicas necessárias para assegurar o funcionamento adequado do equipamento e definir claramente quais os fatores que contribuem para a sua condição ótima.
- Compreender as técnicas necessárias para analisar e reduzir perdas e falhas;
- Observar o posto de trabalho mais de perto para descobrir o que realmente está a acontecer.

Estes projetos de melhoria contínua passam por adotar uma aproximação macro ao processo e identificar as falhas como um todo, em vez de colocar a atenção num só equipamento. Têm por base a orientação para a “zero/falha”, identificando e estabelecendo condições ótimas através de um plano de manutenção autónoma, para além de procurar a simplificação dos equipamentos e aumento do nível de tecnologia da engenharia (Suzuki, 1994).

Suzuki (1994) defende ainda que, é mais fácil e mais concreto conduzir as atividades de melhoria continua passo-a-passo, de forma a poder documentar visualmente o progresso conforme vão avançando no tempo. Esta metodologia tem as seguintes vantagens:

- Toda a organização pode ver o que está a acontecer e interessarem-se ativamente no programa de melhoria contínua;
- Os objetos de estudos são desenvolvidos separadamente por equipas, contudo, todas procuram alcançar as metas propostas pela organização para maximizar os resultados;
- O grupo de melhoria contínua pode facilmente monitorizar o progresso e controlar o plano de ações;
- Realizar apresentações e auditorias no final de cada passo, facilita a consolidação de ganhos e sustenta o entusiasmo na organização.

Tabela 3 – Procedimento passo-a-passo para a melhoria contínua

Passo	Atividade	Conteúdo da Atividade
0	Eleger objeto de melhoria	-Selecionar objeto de melhoria -Formar equipas -Planear atividades
1	Perceber a situação atual	-Identificar os gargalos do processo -Medir falhas, perdas e outros defeitos -Usar linhas de base para estabelecer metas
2	Expor e eliminar anomalias	-Apresentar todas as anomalias -Restaurar deteriorações e corrigir pequenas falhas -Estabelecer as condições básicas do equipamento
3	Analisar causas	-Estratificar e analisar as perdas -Aplicar técnicas analíticas -Aplicar tecnologia específica e criar protótipos
4	Planear melhoria	-Fazer esboços das propostas de melhoria e preparar desenhos -Comparar custo-benefício das propostas e anexar orçamentos -Considerar efeitos prejudiciais e desvantagens
5	Implementar melhoria	-Executar os planos de melhoria -Realizar testes de operação e aceitação formal -Atualizar a instrução de equipamento e de trabalho
6	Verificar resultados	-Avaliar os resultados ao longo do projeto -Verificar se as metas foram atingidas -Caso não, começar novamente no passo 3 (analisar causas)
7	Consolidar ganhos	-Preparar padrões de controlo para sustentar os resultados -Elaborar manuais e formular padrões de trabalho -Dar informações ao programa de manutenção preventiva.

Fonte: (Adaptado, Suzuki 1994)

2.4.6.2. ESTRUTURAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÓNOMA

Segundo Cabral (2004) o pilar mais importante do TPM é a manutenção autónoma porque permite aplicar os cuidados básicos de manutenção da máquina através do operador. Este pilar procura envolver o operador na manutenção diária do seu equipamento, concedendo-lhe um maior domínio sob o mesmo. Esse envolvimento, pode ser feito sem recurso a ferramentas, realizando tarefas de limpeza e de inspeção do equipamento.

Se os operadores pudessem ser preparados para realizar essas tarefas básicas, dar-se-lhes-ia a oportunidade para aumentar o seu nível de competência, tornando-os mais responsáveis pelo funcionamento do equipamento, aumentando as suas perspetivas de emprego, e libertando os técnicos de manutenção para trabalhar em tarefas mais complexas, incluindo as equipas de TPM (Borris, 2006).

Williamson (2000) expressa que os técnicos da manutenção devem formar os operadores, a escutar e a procurar as anomalias.

Venkatesh (2003) refere que as atividades de manutenção de menor valor acrescentado a serem realizadas pelos operadores, os responsáveis pela manutenção podem atuar somente nos trabalhos mais complexos, agregando mais valor à empresa.

Borris (2006) afirma que a utilização de técnicos de manutenção altamente qualificados e engenheiros para realizar tarefas de manutenção muito simples, não é rentável e que será vantajoso serem os operadores a realizá-las a um custo mais reduzido.

Para Suzuki (1994) um programa de manutenção autónoma tem como principais objetivos precaver a deterioração do equipamento, através de inspeções diárias com uma operação correta, execução de operações de restauro, encaminham o equipamento ao seu estado ideal através de uma gestão adequada, estabelecer as condições básicas necessárias para possuir o aparelho bem preservado e utilizar o equipamento como meio para ensinar novos modos de pensar e trabalhar.

Shirose (1992) evidencia que um programa de manutenção autónoma divide-se em três vertentes:

- Aproximar a produção e a manutenção na obtenção de um objetivo comum: estabilizar as condições do equipamento e travar a deterioração acelerada.
- Auxiliar o operador a aprender mais acerca das funções do seu equipamento, quais os problemas mais comuns e porque ocorrem, como prevenir tais problemas através da sua deteção atempada e tratamento de condições anormais.
- Preparar os operadores para serem parceiros ativos do pessoal da manutenção e engenharia, na melhoria da performance e fiabilidade do equipamento.

Cabral (2004) e mais alguns autores indicam os sete passos para a implementação da manutenção autónoma, como poderemos observar na Tabela 4.

As primeiras três etapas têm como objetivo eliminar os elementos que causam a deterioração acelerada, prevenir e reverter a deterioração e manter as condições básicas dos

equipamentos. Além disso, procura incutir nos operadores interesse e responsabilidade pelos equipamentos.

Posteriormente, nas etapas 4 e 5, os líderes de grupo ensinam os procedimentos de inspeção pretendendo reduzir o número de falhas e formam operadores que compreendam e dominem os seus equipamentos. As restantes etapas – etapa 6 e etapa 7 – envolvem um esforço de padronização dos sistemas e métodos utilizados nas atividades de manutenção autónoma e de melhoria, de modo a criar uma organização e cultura robusta na qual os operadores são autónomos.

Tabela 4 – As 7 etapas para aplicação da manutenção autónoma

Etapa	Denominação	Conteúdo da Atividade
1 ^a	Limpeza Inicial	Eliminando na totalidade as sujidades que se formam no equipamento.
2 ^a	Medidas de combate contra a fonte de sujidade e local de difícil acesso.	Efetuar melhorias quanto à fonte de sujidades, prevenção contra derrames e locais de difícil limpeza e lubrificação e reduzir o tempo gasto nesses procedimentos.
3 ^a	Elaboração de normas de limpeza e lubrificação	Efetuar normas de limpeza de forma a manter efetivamente o menor tempo para as operações de limpeza, reaperto (é necessário indicar o tempo diário requerido para tais operações).
4 ^a	Inspeção-geral	Deteção e restauração de falhas do equipamento através da aplicação de técnicas de inspeção-geral conforme o manual de inspeção.
5 ^a	Inspeção autónoma	Elaboração e execução da folha de inspeção.
6 ^a	Organização e ordem	Executar a padronização dos itens do controlo dos diversos locais de trabalho e a sistematização total da sua manutenção: <ul style="list-style-type: none"> • Normas de inspeção de limpeza e de lubrificação. • Normas de fluxo de materiais no local de trabalho. • Padronização do registo de dados. • Normas de controlo de ferramentas, moldes e dispositivos.
7 ^a	Consolidação	Desenvolver as diretrizes e as metas e executar regularmente o registo da atividade de melhoria.

Fonte: (Adaptado, Cabral 2004)

Todas estas etapas mencionadas anteriormente reduzem consideravelmente a probabilidade de ocorrer anomalias no processo produtivo: falhas e quebras nas máquinas, sucata e retrabalho. Através da capacidade do operador da máquina em

descobrir/detetar rapidamente anomalias severas no processo e reagir rapidamente, tomando ações, é que a efetividade do trabalho de manutenção autónoma pode ser garantida a longo prazo de forma contínua. Desvios severos das condições básicas de operação das máquinas e equipamentos, ou seja, que não podem ser solucionados pelo próprio operador, devem ser registados e comunicados o mais rapidamente possível ao pessoal técnico do departamento de manutenção (Coelho, 2009).

Em seguida, é descrita uma abordagem pormenorizada proposta por Suzuki (1994) dirigida para a indústria de processo, incorporando sempre que justificável o contributo de outros autores, como por exemplo Shirose (1992).

- **Passo 1: Limpeza Inicial**

Com o primeiro passo, pretende-se aumentar a fiabilidade do equipamento através de três atividades:

- ✓ **Eliminação de toda a sujidade e pó existente nos equipamentos.**

As atividades de limpeza obrigam o operador a entrar em contacto com todas as partes do equipamento, aumentando-lhe o interesse e estima por ele. Com a prática, os operadores entendem a importância de manter os equipamentos limpos, conhecendo quais os problemas decorrentes da falta de limpeza. Esta consciencialização leva-os também a procurar melhores métodos de os manter limpos.

- ✓ **Expor todas as anomalias.**

As anomalias podem ser deficiências, desordens, pequenas irregularidades, defeitos ou falhas, ou seja, qualquer condição que conduza a problemas. Os operadores devem perceber o que é uma anomalia quando confrontados com ela e por isso, a formação de novos operadores tem muita importância.

Para identificar tais problemas, existe uma metodologia de etiquetas de não conformidade de cores diferentes. Para Imai (2000), estas são uma ferramenta importante de controlo utilizada pelos operadores para detetar possíveis anomalias em máquinas, identificando os pontos de maior grau de deterioração, locais de difícil acesso para limpeza ou lubrificação, perda de tempo por *setup* ou ponto de risco de acidente e prevenindo a ocorrência de falhas que poderão levar à paragem da máquina e, conseqüentemente, ao processo de produção.

No processo de limpeza inicial, os operadores são incentivados a identificar tantos problemas no equipamento quanto possível. As etiquetas são classificadas em dois tipos: etiquetas vermelhas (solucionadas pela manutenção) e etiquetas azuis (de responsabilidade dos operadores):

- **Etiqueta Vermelha:** refere-se a pequenas falhas que podem causar uma paragem e compete à manutenção solucionar o problema;
- **Etiqueta Azul:** falhas de fácil resolução relacionadas com o processo de produção e matéria-prima, sendo da responsabilidade dos operadores e chefes de produção;

5'S	
ETIQUETA DE NÃO CONFORMIDADE	
Número	Zona / Secção
Posto de trabalho:	
Data de deteção:	
Detectado por:	
DESCRIÇÃO DA NÃO-CONFORMIDADE	
Atenção: registar na folha de registo e controlo de etiquetas a não-conformidade detetada.	

Fonte: (Adaptado, Imai 2000)

Figura 5 – Etiquetas não-conformidade

- ✓ **Corrigir as pequenas falhas e estabelecer as condições básicas do equipamento.**

A correção das pequenas falhas é muito importante para o aumento da fiabilidade dos equipamentos. As falhas mais importantes devem ser entregues ao departamento de manutenção.

As falhas relacionadas com a lubrificação e com o aperto dos elementos de fixação são comuns e podem ser muito prejudiciais. De facto, a má lubrificação é um dos principais fatores para a degradação do equipamento e o desaperto origina vibrações e desgaste

acelerado, podendo gerar avarias graves. Estes tipos de problemas são originados pela pouca formação dos operadores nestas áreas.

- **Passo 2: Localizar as fontes de contaminação e lugares inacessíveis**

Uma vez que o trabalho realizado no passo 1 é exigente, os operadores caminharão naturalmente para soluções que lhes facilitem o trabalho, reduzindo o tempo de limpeza, inspeção e lubrificação.

As equipas de operadores tornam a limpeza e inspeção mais fáceis, controlando as fontes de sujidade e de contaminação detetadas durante a limpeza inicial (Shirose, 1992).

- ✓ **Prevenção das fugas e derrames**

Suzuki (1994) enuncia os seguintes pontos-chave para controlar as fontes de contaminação:

- Determinar com exatidão a natureza da contaminação, como e onde é gerada;
- Recolher dados quantitativos sobre o volume de vazamentos, derrames e outras contaminações (de forma a alertar o operador para a necessidade da medida);
- Encorajar os operadores a procurarem a origem da contaminação;
- Em primeiro lugar, identificar a contaminação e, posteriormente, empreender ações de melhoria sistemáticas, para a reduzir progressivamente;
- Empreender melhorias dirigidas por uma equipa de projeto, constituída por gestores e pessoal técnico. A equipa é essencial em situações de grandes contaminações, as quais os operadores não conseguem resolver;
- Ter em consideração a utilização de novas técnicas e materiais para selar, unir e proteger.

✓ **Melhorar acessibilidade para reduzir o tempo de trabalho**

As condições ótimas só são conseguidas se a limpeza, inspeção e lubrificação forem fáceis, para que qualquer pessoa as possa executar de forma rápida, correta e em segurança. A obtenção das mesmas, depende da introdução das seguintes melhorias:

- Redução dos tempos de limpeza;
- Redução dos tempos de inspeção;
- Identificação dos lugares onde é difícil lubrificar;
- Simplificação das tarefas de lubrificação;
- Simplificar sempre que possível os equipamentos de difícil operação e afinação.

• **Passo 3: Definição dos padrões de limpeza e inspeção**

Este passo consolida os ganhos dos passos anteriores relativamente à manutenção das condições básicas de funcionamento e de conservação no equipamento.

Na definição dos padrões de limpeza e inspeção, é fundamental conquistar o empenho dos operadores. As orientações que são impostas têm grande resistência de aceitação, por isso, é importante ouvir para compreender e responsabilizar os operadores com o trabalho.

• **Passo 4: Realização da Inspeção Geral dos Equipamentos**

Neste passo, os operadores são formados com as competências necessárias para trabalhar no equipamento, dotando-os das ferramentas necessárias para executar pequenas manutenções e com a capacidade de identificar as anomalias com elevada precisão. Esta capacidade permite aos operadores detetar a deterioração no funcionamento do equipamento antes de ocorrer a avaria ou o defeito, possibilitando uma intervenção imediata e eficiente.

Para Suzuki (1994), a única forma de estabelecer um sistema TPM e obter resultados excelentes, é através da formação dos operadores, dotando-os de conhecimentos sobre todos os aspetos do equipamento, como o princípio de funcionamento e a construção, e preparando-os para a execução de inspeções no mesmo.

A formação para a realização de inspeções gerais dota os operadores das competências necessárias para dominar a tarefa e para conseguir retirar resultados tangíveis da inspeção.

- **Passo 5: Realização da Inspeção-geral dos Processos**

Suzuki (1994) refere que, para além da formação de operadores de equipamento competentes, é fundamental que eles estejam familiarizados com o processo produtivo. Eles devem conhecer intimamente o desempenho e funcionamento dos processos, para evitar que no decorrer das suas atividades de manutenção autónoma, resultem efeitos negativos no processo produtivo e consequentes defeitos de qualidade ou até acidentes pessoais. É comum nas empresas, os operadores não entenderem o que se passa no processo, limitando-se a ligar e desligar um interruptor, não tendo a sensibilidade para identificar qualquer anomalia que possa estar a acontecer.

Esta situação acarreta muitas vezes, custos de reprocessamento, perdas de qualidade e também é propícia a acidentes pessoais.

A implementação deste passo desenvolve operadores competentes no processo e permite alcançar o objetivo das “zero falhas” ou “zero defeitos” através da correta operação e ajustamento. Também permite eliminar os acidentes por existir um tratamento mais eficaz e eficiente das anomalias, conduzindo a fábrica para perto do seu estado ideal.

- **Passo 6: Sistematização da Manutenção Autónoma**

Este passo acrescenta os retoques finais no sistema de manutenção autónoma. A sistematização da manutenção autónoma leva os operadores a estabelecerem a ligação entre o equipamento e a qualidade. Os operadores revelam as origens dos defeitos de qualidade que são anotadas em diagramas de processo e de equipamentos, construindo de forma gradual um sistema que permite detetar e retificar rapidamente, as anomalias que afetam a qualidade.

- **Passo 7: Praticar a Auto Gestão Total**

A continuidade no trabalho conjunto, entre os operadores e os técnicos de manutenção, refina o processo de inspeção e gera melhorias que aumentam a vida e eficiência dos equipamentos. É previsível nesta fase, que os operadores já estejam completamente

integrados no processo de gestão dos equipamentos e que o objetivo das “zero paragens” não planeadas comece a ser uma realidade.

- **Auditorias**

O fator mais importante no desenvolvimento e implementação de um programa de manutenção autónoma é a condução de auditorias, para confirmar a cada passo os resultados obtidos e apontar a direção para os trabalhos seguintes.

A realização de auditorias, mais do que oportunidade para verificar os progressos e dar orientações, serve de indicador do quanto se deve aprofundar cada fase (Suzuki, 1994).

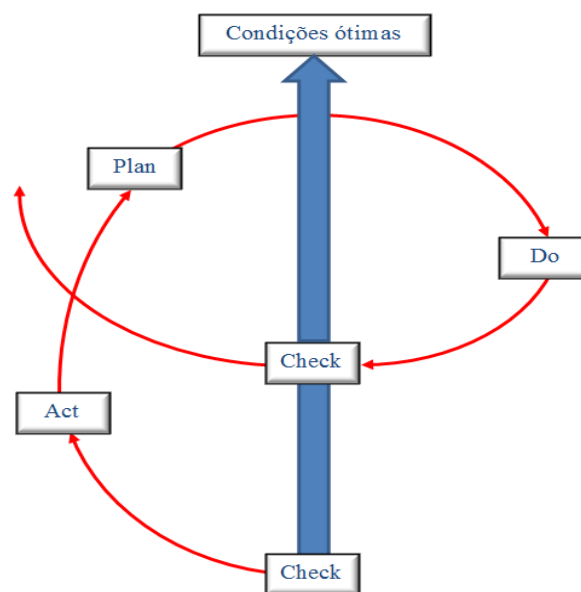
As auditorias podem ser realizadas a vários níveis, dependendo do objetivo a alcançar com cada uma. Assim, as auditorias próprias podem ser utilizadas para monitorizar e avaliar os progressos e as auditorias de secção para manter a realização das atividades através das orientações e assistência.

- **Ciclo CAPD**

O Ciclo CAPD em TPM envolve os conceitos descritos abaixo e ilustrados na Figura 6 (Tajiri, et al., 1992).

- C - “*Check* – examinar” - Examinar exaustivamente o estado atual, e descobrir os problemas.
- A - “*Act* – atuar” - Tomar contra-medidas para resolver os problemas.
- P - “*Plan* – planear” - Evitar a recorrência de problemas, melhorando o equipamento, desde que seja rentável. Se não resultar, desenvolver ajudas visuais que facilitem a deteção dos problemas, e caso ainda não resulte, terão que ser resolvidos através de intervenção humana. Definir procedimentos a serem seguidos, listas de verificação, etc.
- D - “*Do* – executar” - Executar e seguir os procedimentos para evitar a recorrência do mesmo problema, e caso a tentativa anterior não tenha resultado, voltar a examinar (C - *Check*). O ciclo CAPD deve ser repetido até se atingir a meta inicialmente estabelecida.

Os operadores, ao fim de algum tempo, dominam a supervisão no programa de manutenção autónoma, devido a repetirem o ciclo CAPD tantas vezes quantas necessárias, até atingirem as zero falhas. A repetição do ciclo, centrada em atingir os zero defeitos num equipamento, é ilustrada na figura seguinte. Este ciclo pode também ser usado com eficácia, em departamentos em que se execute muito trabalho manual, departamentos de qualidade, de logística, ou outros departamentos administrativos. Saber aplicar o ciclo CAPD é bastante importante, porque ajuda a compreender a manutenção autónoma e a conseguir definir os planos individuais de desenvolvimento do programa TPM, em cada departamento, uma vez que todos os programas de TPM são baseados neste conceito.



Fonte: (Adaptado, Tajiri, et al. 1992)

Figura 6 - A repetição do ciclo CAPD de forma a atingir as condições ótimas

2.4.6.3. ESTRUTURAÇÃO DA MANUTENÇÃO PLANEADA

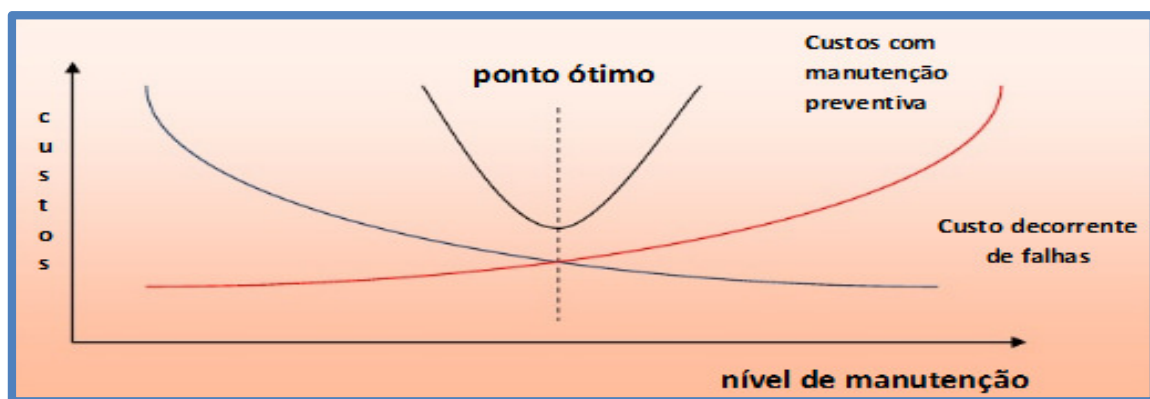
A manutenção planeada deve ser vista como uma importante função dentro da política estratégica de uma organização na obtenção de resultados, de modo a que possa atingir índices competitivos no mercado referentes à qualidade e produtividade. Esta deve ser entendida como uma forma preventiva de evitar anomalias prematuras dos equipamentos que interferem diretamente com o processo produtivo (Coelho, 2009).

Segundo Willmott & McCarthy (2001), a abordagem à manutenção planeada varia de fábrica para fábrica e de indústria para indústria. Porém é fundamental existir uma manutenção planeada orientada para a prevenção eficiente, conseguida com a contribuição

do operador. Estando o operador em harmonia com o seu equipamento, é possível evitar o recurso a formas de manutenção intrusivas (requerem a desmontagem do equipamento) que são normalmente mais dispendiosas do que benéficas.

Coelho (2009) refere ainda que apenas uma manutenção adequada e efetiva poderá fazer com que determinado processo produtivo ou equipamento seja executado com sucesso. Caso contrário, as organizações irão procurar outras soluções para as quebras de produção em outros fatores, tais como, ferramentas, materiais e até operadores, elevando assim todo o custo operacional do processo produtivo.

O gráfico da Figura 7 mostra os custos referentes à manutenção preventiva e às falhas dos equipamentos em função do nível de manutenção utilizado numa organização. De uma maneira geral, este gráfico mostra que o investimento em manutenção preventiva tende a reduzir drasticamente os custos totais de manutenção decorrentes das falhas dos equipamentos. Porém, podemos observar ainda que a partir de um certo "ponto ótimo", o investimento no aumento da qualidade da manutenção preventiva (nível de manutenção) não reduz mais significativamente o número de ocorrências de falhas em equipamentos, o que provoca novamente um aumento nos custos totais de manutenção de uma organização. O pilar da estruturação da manutenção planeada visa encontrar o ponto ótimo onde o custo total da manutenção é mínimo.



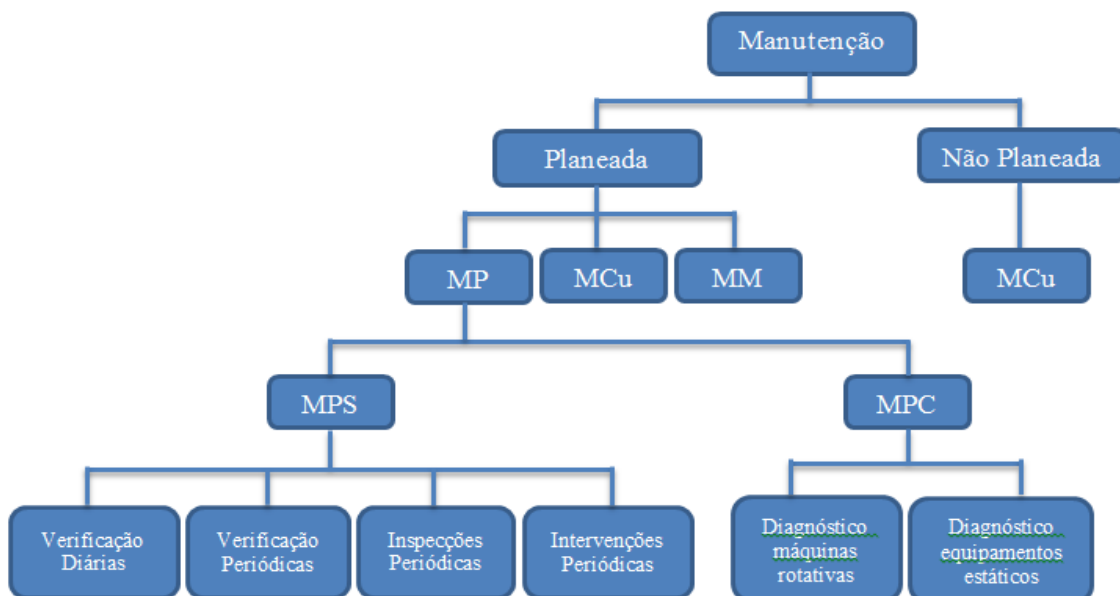
Fonte: (Adaptado, Coelho 2009)

Figura 7 – Custos da manutenção planeada e de falhas de equipamentos em função do nível de manutenção (qualidade de manutenção) utilizado

Um dos compromissos do departamento de manutenção, em conjunto com outros departamentos responsáveis pela avaliação dos custos industriais, é determinar este "ponto

ótimo" para cada máquina ou equipamento envolvido no processo produtivo da empresa (Coelho, 2009).

A estruturação da manutenção planeada apresenta uma abordagem segundo a descrita na Figura 8. Os principais tipos de atividades são divididos em Manutenção Preventiva (MP), Manutenção Corretiva (MCu) e Manutenção de Melhoria (MM). A manutenção preventiva divide-se em Sistemática (MPS) se a execução das tarefas estiver dependente de uma periodicidade definida, ou em Condicional (MPC) se a execução das tarefas depender da condição do equipamento. Apesar da execução das atividades, as quebras inesperadas acontecem e são normalmente, o reflexo da inadequação dos planos de manutenção. Um planeamento de manutenção adequado pode contemplar as atividades de MCu, se existir uma justificação económica ou operacional.



Fonte: (Adaptado, Suzuki 1994)

Figura 8 – Estrutura para a Manutenção

No TPM, a execução da manutenção planeada é repartida pelas atividades da manutenção autónoma e da manutenção especializada. A manutenção autónoma, cujas principais atividades já foram definidas anteriormente, é da responsabilidade do departamento de produção. A manutenção especializada, realizada pelo departamento de manutenção, divide-se em dois tipos de atividades: a melhoria dos equipamentos e melhoria das competências e tecnologias de manutenção, Tabela 5.

Por fim, a estruturação da manutenção planeada envolve outros aspetos para além dos mais facilmente conotados com a manutenção, como por exemplo, a gestão de *stocks* e de encomendas ou o histórico do equipamento. O sistema deixa de ser um sistema de gestão da manutenção, para ser um sistema de gestão da informação do equipamento (Williamsson, 2000).

Tabela 5 – Atividades da manutenção planeada

Atividades de Manutenção Especializada	
Melhoria das competências e tecnologias de manutenção	Melhoria do equipamento
Competências especializadas de manutenção	Apoio da manutenção autónoma
Competências de reparação de equipamento	Manutenção planeada
Competências de inspeção e monitorização	Manutenção corretiva
Competências e técnicas de diagnóstico	Prevenção de manutenção
Novas tecnologias de manutenção	Manutenção preditiva

Fonte: (Adaptado, Suzuki 1994)

2.4.6.4. FORMAÇÃO E TREINO

A formação e treino são essenciais para o incremento das capacidades do operador e do técnico de manutenção. O objetivo deste pilar é conferir aos operadores maior capacidade autónoma de trabalho e prepará-los para as premissas do TPM.

Como a força de trabalho de uma empresa é um ativo muito valioso, todas as empresas devem treinar os seus trabalhadores de forma sistemática.

Atualmente, a formação é contínua e parte integrante do desenvolvimento da carreira dos trabalhadores. É necessário identificar o conhecimento específico, as competências e capacidade de gestão, indispensáveis aos trabalhadores e em função delas definir um plano de formação (Suzuki, 1994).

O TPM só funcionará com a formação adequada, devendo avaliar se esta é realmente compreendida por parte dos recetores. Borris (2006) refere que é importante confirmar a

obtenção das competências por parte dos operadores que frequentaram a formação, e não ficar simplesmente pela sua participação num curso.

O pilar da formação e treino está interligado com o pilar da manutenção autónoma, Bufferne (2006) refere as competências que os operadores e os técnicos de manutenção devem desenvolver (Tabela 6).

Tabela 6 – Competências dos operadores e dos técnicos de manutenção

Operadores		Técnicos Manutenção
Tipos de Competências	Sectores com máquinas	Competências
Detetar anomalias	Prenúncio de fracasso ou frutos de falhas utilizando os 5 sentidos (vibração, ruído, calor, desgaste, etc.);	Acompanhar os operadores na manutenção diária;
Tomar as medidas necessárias	Corrigir, logo que possível, a anomalia ou solicitar a intervenção técnica, explicando claramente o que foi encontrado;	Determinar se o equipamento está em condições normais; Reduzir o tempo de resposta;
Tomar medidas básicas	Avaliar a condição e qualidade de um componente a partir de critérios pré-estabelecidos;	Melhorar a fiabilidade e durabilidade dos equipamentos; Desenvolver novas técnicas de diagnóstico;
Manter e monitorizar	Limpar, lubrificar e detetar eventuais anomalias. Monitorizar e manter a condição do equipamento.	Otimizar as suas atividades contribuindo para a rentabilidade da empresa.
Avaliação das Competências		
Nível 1	Aprender a descrever as anomalias;	
Nível 2	Conheça a estrutura do equipamento ou do produto e saiba as causas das anomalias;	
Nível 3	Aprender a descobrir a relação entre defeitos de qualidade e de órgãos envolvidos;	
Nível 4	Capaz de realizar intervenções simples;	
Nível 5	Capacidade de detetar problemas no trabalho e conduzir ações de melhoria.	

Fonte: (Adaptado, Bufferne 2006)

Para Venkatesh (2003) não é suficiente que os trabalhadores saibam apenas o “Saber Como” (*Know-How*) devendo saber também o “Saber Porquê” (*Know-Why*), porque só dessa forma estarão preparados para identificar a raiz dos problemas.

Williamson (2000) refere que uma das componentes fundamentais da formação e treino é a de explicar às pessoas a importância do TPM para os equipamentos e para a empresa.

2.4.6.5. CONTROLO INICIAL DO EQUIPAMENTO E PRODUTO

Na conceção de um equipamento, seja no desenvolvimento de um equipamento novo ou na modificação de um equipamento existente, deve existir o envolvimento da operação e da manutenção, visando facilitar a operacionalidade e manutabilidade do equipamento. Suzuki (1994) apud Bufferne (2006) referem que o objetivo é alcançar, rápida e economicamente, produtos fáceis de produzir e num equipamento que é fácil operar.

Para Willmott & McCarthy (2001) uma empresa detém uma vantagem comercial poderosa quando consegue mobilizar o pilar do Controlo Inicial e utilizá-lo no seu máximo. Todos os departamentos, trabalham como parceiros para melhorar o OEE através da eliminação na origem, das muitas razões para a pouca manutabilidade, operabilidade e fiabilidade.

Para além dos recursos internos da empresa, o controlo inicial dos equipamentos também abrange as empresas de engenharia e os fabricantes do equipamento que no decorrer do projeto interagem em diversas áreas. Todas as atividades, desde o desenho inicial da peça do equipamento até à sua instalação e teste de funcionamento podem ser encaradas como um só projeto. O plano tem o seu início com o desenho do processo, desenho básico da instalação e o desenho detalhado do equipamento, desdobrando-se posteriormente, de forma a abranger a compra, fabricação, construção e teste de funcionamento. No planeamento de um projeto destes, as equipas de projeto determinam os níveis técnicos (funcionalidades e desempenho) da fábrica e dos equipamentos requeridos, juntamente com os níveis de disponibilidade (fiabilidade, manutabilidade, etc.), e define os orçamentos e prazos para os conseguir.

Para Bufferne (2006), o pilar do controlo inicial tem dois objetivos principais:

1. Disponibilizar instalações que atendam aos critérios de pilares:
 - Aperfeiçoamento em cada caso: a produtividade, flexibilidade, capacidade, disponibilidade, facilidade de manutenção, o consumo ideal;

- Manutenção autónoma: redução do risco de sujar, acessibilidade para inspeção e limpeza, a definição clara de normalidade, visualização e redução do risco de erro;
- Manutenção programada: confiabilidade, manutenção, definição precisa de manutenção e prevenção, definição de peças de reposição.

2. Reduzir:

- O tempo de construção, o tempo de desenvolvimento e o tempo de aperfeiçoamento;
- O custo do ciclo de vida.

2.4.6.6. MANUTENÇÃO DA QUALIDADE

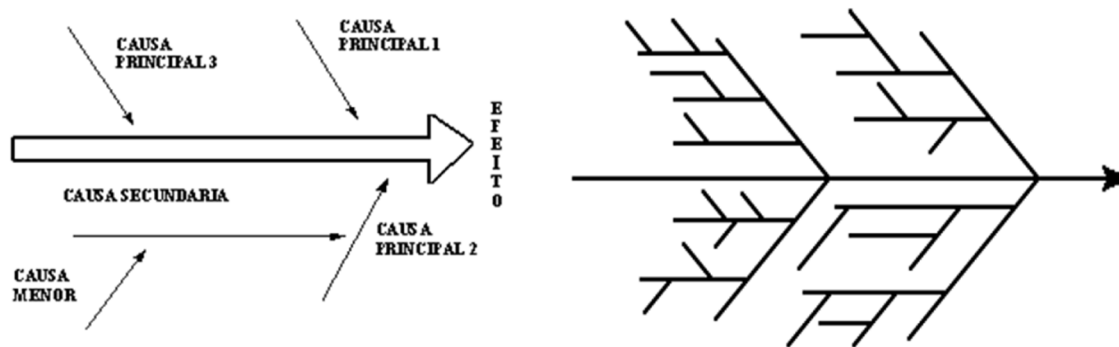
A manutenção da qualidade consegue-se, pelo recurso a ferramentas da qualidade que monitorizam as características do produto e pela eliminação sistemática das não conformidades. Este pilar está ligado à satisfação do cliente que é conseguida através de uma produção de qualidade e sem defeitos. Para Venkatesh (2003), permite conhecer quais as partes dos equipamentos que influenciam uma produção de qualidade. De facto, na manutenção da qualidade, a variabilidade na qualidade de um produto é controlada pelo controlo da condição dos componentes do equipamento que o afetam, estes componentes são chamados por Suzuki (1994) de “componentes da qualidade”. A qualidade pode ser afetada pelo equipamento, pelos materiais, pelas pessoas e pelos métodos.

Suzuki (1994) refere que nas indústrias de processo, o efeito do equipamento nas características da qualidade é muito importante, por isso, é fundamental clarificar as relações entre qualidade do produto e as condições de processo necessárias à produção do produto perfeito.

- **Diagrama de *Ishikawa***

O diagrama de *Ishikawa* (também designado por diagrama de causa-efeito ou diagrama de espinha de peixe) foi proposto pelo japonês Dr. Kaoru Ishikawa em 1943. A sua utilização permite identificar as prováveis causas raiz de um problema específico. A aplicação desta ferramenta pressupõe que o processo esteja descrito e o problema rigorosamente definido.

As ramificações do diagrama (Figura 9) que se obtém para cada causa, resultam da tentativa de responder sistematicamente a pergunta Porquê.



a) Diagrama simples

b) Ramificação complexa

Fonte: (Adaptado, Ishikawa 1976, 1985)

Figura 9 – Diagrama de Ishikawa

Trata-se de uma ferramenta extremamente útil para analisar processos e situações, e para desenvolver um plano de recolha de dados. O diagrama de *Ishikawa* é a representação de vários elementos (causas) de um sistema, que podem contribuir para um dado problema (efeito).

Geralmente, recorre-se a este tipo de diagrama para identificar as possíveis causas de um problema específico. O diagrama possibilita a organização de diversas informações sobre o problema e a definição de possíveis causas. Deste modo, aumenta a probabilidade de identificar as principais causas.

O diagrama constitui um método ou uma ferramenta que nos permite abordar problemas quando se colocam as seguintes perguntas (Mizuno, 1988, Barbara et al., 2003):

- ✓ É necessário identificar as causas principais de um problema?
- ✓ Existem ideias e/ou opiniões sobre as causas do problema?

Convém realçar que a aplicação deste diagrama pressupõe que a Causa provável é toda aquela que gera um determinado efeito e que o Problema é o efeito que constitui um elemento mensurável.

Tabela 7 – Algumas particularidades do diagrama de Ishikawa

O uso do diagrama de causa-efeito torna possível a reunião de todas as ideias sobre um dado problema para o seu estudo em diferentes pontos de vista.

Deve ter-se em atenção ao diagrama de causa-efeito porque apenas identifica as causas possíveis.

O desenvolvimento e a utilização deste diagrama é mais rentável depois da descrição do processo e da definição do problema. Nesta fase, as partes interessadas no problema têm uma ideia concreta sobre os fatores a incluir no diagrama.

Este diagrama pode também ser utilizado para outros propósitos além da análise da causa principal. O formato desta ferramenta ajusta-se bastante bem ao planeamento.

O diagrama de causa-efeito é um método gráfico que permite organizar grande quantidade de informação relativamente a causas num espaço restrito. O uso do diagrama ajuda as partes interessadas a passar de opiniões a teorias comprováveis. Mas, o diagrama de causa-efeito não conduz à obtenção de uma resposta para uma dada pergunta, como acontece com algumas ferramentas como o diagrama de Pareto, histogramas e outras que podem ser utilizadas para a análise estatística dos dados.

(Fonte: Adaptado, Mata-Lima 2007)

O procedimento para a construção do diagrama de *Ishikawa* pode ser sintetizado nos seguintes passos:

- ✓ Identificar o problema: é algo que se pretende melhorar ou controlar e deverá ser específico e concreto;
- ✓ Registrar a frase que resume o problema (efeito). Constituirá a cabeça do peixe.
- ✓ As espinhas principais constituem os fatores de causas. Pode considerar-se os 6 M:
i) materiais; ii) métodos; iii) máquinas/meios; iv) mão de obras; V) medidas; vi) meio ambiente;
- ✓ Efetuar uma tempestade de ideias acerca das causas do problema;
- ✓ Selecionar as causas mais prováveis.

2.4.6.7. TPM NOS ESCRITÓRIOS

Nos escritórios e noutros departamentos não diretamente ligados à parte mais operacional, existem perdas relacionadas com assuntos burocráticos relativos à empresa. Estes departamentos, desempenham um papel muito importante no apoio às atividades de produção. A qualidade e prontidão da informação fornecida pelos escritórios têm um grande impacto nas atividades de produção.

O TPM nos escritórios (ou nas atividades de suporte) deve ser acompanhado para melhorar a produtividade e a eficiência nas funções administrativas, fortalecendo o funcionamento dos departamentos e melhorando a cultura e organização dos mesmos.

Suzuki (1994) apud Bufferne (2006) referem-se a esses departamentos como fábricas de informação, cujas principais funções são: recolher, processar e distribuir informação. Esta deve ser facilmente acessível, útil, precisa, rápida e fácil de usar. Nestas “fábricas” a informação é o produto, as máquinas são os procedimentos e o ambiente de trabalho é composto por escritórios e equipamentos.

2.4.6.8. HIGIENE, SEGURANÇA E CONTROLO AMBIENTAL

As atividades do Pilar da Segurança, Saúde e Ambiente (SSA) procuram eliminar a 100% os problemas de segurança e ambiente, ou seja, tem como objetivo os “zero acidentes”. Contudo, é necessário o desenvolvimento de ações orientadas para a deteção e prevenção dos mesmos, empenhando-se em criar locais de trabalho seguros e instalações fabris que não afetem as áreas circundantes e os recursos naturais. As atividades do pilar SSA não são desenvolvidas isoladamente mas sim integradas sistematicamente com as dos restantes pilares (Silva, 2009).

O acidente acontece quando um estado de insegurança é combinado com comportamentos de risco. Bufferne (2006) refere que a eliminação do imprevisível e do aleatório nas atividades de produção e a padronização dos métodos de trabalho, permitem atingir os “zero acidentes”.

2.4.7. AS 12 ETAPAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DO TPM

A metodologia de implementação desta filosofia foi desenvolvida por Nakajima (1989) e divide-se em 12 etapas, distribuídas em 4 fases conforme está apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 – As 12 etapas para implementação do TPM

Fases	Nº	Etapas
Preparação	1	Declaração da gestão de topo para a implementação do TPM
	2	Formação e campanha de divulgação para a introdução do TPM
	3	Estrutura de implementação do TPM
	4	Definição de objetivos e metas
	5	Elaboração de um plano diretor para a implementação do TPM.
Introdução	6	Início do programa do TPM
Implementação	7	Melhoria individualizada do rendimento de cada máquina
	8	Estruturação da manutenção autónoma
	9	Estruturação da manutenção programada para o departamento de manutenção
	10	Formação e treino
	11	Estruturação do programa para o controlo inicial dos equipamentos
Consolidação	12	Execução total do TPM

Fonte: (Adaptado, Nakajima 1989)

- 1ª Fase: Preparação, que corresponde à obtenção de um ambiente propício para o início da implementação, onde se procura a consciencialização e o comprometimento de toda a organização;
- 2ª Fase: Introdução, onde ocorre o lançamento do projeto. Nesta fase todas as atividades devem servir como elemento motivador para toda a organização;
- 3ª Fase: Implementação, onde todas as atividades relacionadas com a melhoria da eficiência global dos equipamentos e sistemas são colocadas em curso.
- 4ª Fase: Consolidação, onde a manutenção dos resultados obtidos durante a implementação passa a ser o grande desafio, incluindo a candidatura ao prémio de excelência do JIPM.

Para Willmot & McCarthy (2001) a fase de preparação é crítica para garantir que o programa de TPM está adaptado às especificidades da área. Esta fase começa com o anúncio da gestão de topo, dando todo o seu apoio à implementação do TPM na empresa, e termina quando a execução de um plano mestre de desenvolvimento estiver formulado.

Depois de aprovado o plano, acontece o arranque do programa do TPM. O pontapé de saída deve ter o desígnio de cultivar uma atmosfera que eleve a moral e inspire a dedicação. Suzuki (1994) relata que no Japão, este arranque, é muitas vezes uma reunião geral da empresa para a qual são convidadas empresas clientes, filiais e subcontratadas. A Gestão de Topo confirma o seu comprometimento com a implementação do TPM e informa acerca dos planos desenvolvidos e dos trabalhos produzidos durante a fase de preparação.

Na fase de implementação desenvolvem-se os pilares do TPM. Bufferne (2006) refere que os pilares das melhorias individualizadas, da manutenção autónoma, da manutenção programada e da formação e treino permitem configurar o sistema para melhorar o desempenho produtivo, enquanto os pilares da manutenção da qualidade, do controlo inicial, TPM nos escritórios e da higiene, segurança e ambiente configuram o sistema para as condições ideais.

Segundo Suzuki (1994), na fase de consolidação, as atividades TPM não devem parar porque promovem a melhoria contínua e já estão interiorizadas na cultura da empresa. A abordagem sistemática do TPM facilitará a consolidação.

Pinto (2002) refere que a metodologia de implementação deve ser ajustada, caso a caso, à atividade, dimensão e cultura da empresa em que se pretenda implantar.

Para Willmott (2001) a implementação da filosofia do TPM é como um transplante de coração: se não for compatível com o paciente será rejeitado. É imperioso tratar cada recetor – empresa – como único e adaptar os princípios do TPM para atender às suas necessidades específicas, sem corromper os princípios fundamentados e comprovados de TPM.

2.4.8. RESULTADOS ESPERADOS DO TPM

Os benefícios não mensuráveis podem ser atribuídos à implementação do TPM, tais como, uma maior interação da organização, melhoria do ambiente de trabalho, desenvolvimento intelectual, motivação e autoconfiança dos empregados (Nakasato, 1994 e Palmeira, 2002). Porém, é por meio de resultados mensuráveis que se observa, de forma mais efetiva, os benefícios passíveis de serem obtidos com a implementação do TPM. Os benefícios alcançados com a implementação do TPM são demonstrados através do aumento da

fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, da redução das variações de produção decorrentes do desgaste e avarias nos equipamentos e pela diminuição da manutenção curativa.

Coelho (2009) resume na Tabela 9, os principais resultados passíveis de serem alcançados, com a correta implementação de um programa de TPM.

Tabela 9 – Resultados esperados do TPM

Produtividade	- Aumento do rendimento das máquinas; - Redução das paragens não planeadas.
Qualidade	- Melhoria da capacidade de processo (cp/cpk); - Diminuição do índice de rejeitados; - Diminuição das reclamações do cliente.
Custos	- Redução dos custos industriais; - Menor consumo de peças de reposição nas máquinas e equipamentos; - Redução do trabalho.
Logística	- Redução de stocks; - Aumento da confiabilidade nos prazos de entrega.
Segurança	- Redução do número de acidentes de trabalho; - Diminuição de sujidade e desperdícios; - Economia de material e energia.
Motivação	- Aumento do número de sugestões de melhoria; - Motivação para o trabalho em grupo; - Criação de uma mentalidade de melhoria contínua.

Fonte: (Adaptado, Coelho 2009)

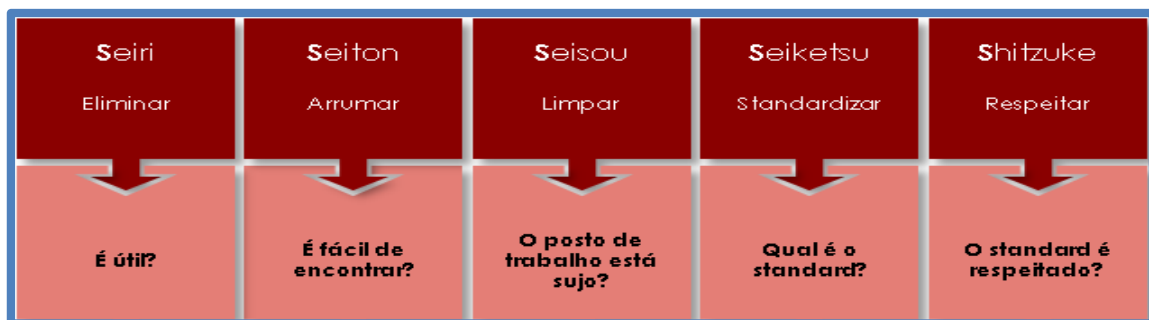
2.5. 5S's

O chamado 5S's é uma ferramenta muito utilizada no processo de implementação do *Lean Thinking*. Surgiu no Japão, no momento em que se procuravam métodos para ajudar a reconstruir o país depois da guerra.

Os objetivos principais desta ferramenta são: melhorar a qualidade dos produtos e/ou serviços; melhorar o ambiente de trabalho e de atendimento ao cliente; melhorar a qualidade de vida dos funcionários; educar para a simplicidade de atos e ações; maximizar o aproveitamento dos recursos disponíveis; reduzir gastos e desperdícios; otimizar o espaço físico; reduzir e prevenir acidentes; melhorar as relações humanas e aumentar a autoestima dos funcionários. Observa-se que estes objetivos estão na sequência do conceito de *Lean Thinking*.

É uma ferramenta que visa a organização e padronização do espaço. Corresponde a cinco palavras japonesas iniciadas com som “s” (Womack e Jones, 2003);

- **1ºS - Seiri** (senso de utilização) – Manter no espaço de trabalho apenas os materiais e ferramentas necessárias para a tarefa a executar nesse espaço, diminuindo assim a quantidade de obstáculos no posto de trabalho, ou seja, separar o útil do inútil, eliminando o desnecessário.
- **2ºS - Seiton** (senso de organização) – Facilitar a identificação e localização das ferramentas e materiais necessários para a realização da tarefa, próximo do local de trabalho, evitando movimentos desnecessários;
- **3ºS - Seiso** (senso de limpeza) – Manter o local o mais limpo possível, com todos os componentes nos respectivos locais;
- **4ºS - Seiketsu** (senso de padronização) – Padronizar as práticas de trabalho e a organização do espaço, conforme as regras anteriores;
- **5ºS - Shitsuke** (senso de autodisciplina) – Tornar as quatro regras anteriores num padrão, não permitindo o regresso aos velhos hábitos.



Fonte: (Adaptado, 4lean)

Figura 10 – Várias etapas de implementação da ferramenta 5S

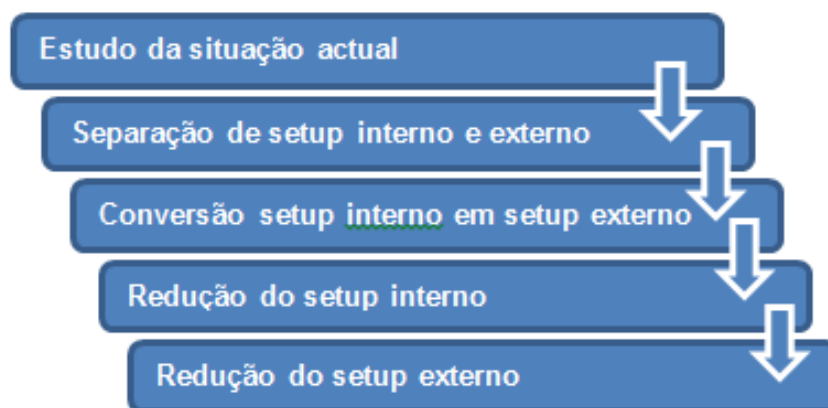
2.6. SMED – SINGLE MINUTE EXCHANGE DIE

A metodologia de Shigeo Shingo (SMED – *Single Minute Exchange of Die*) foi publicada pela primeira vez no ocidente em 1985, e é referência principal quando se trata de redução dos tempos de *setup* de máquinas (Shingo, 1985).

Os estudos sistemáticos realizados por Shingo foram descritos no seu livro “SMED - *Revolution in Manufacturing*” onde descreve algumas técnicas que auxiliam na metodologia e oferece diversos exemplos de aplicações do SMED em empresas.

A redução do tempo de troca de ferramentas é de extrema importância no sucesso do sistema de Produção *Lean*, segundo Shigeo Shingo. Consiste na quantidade de tempo necessária para trocar uma referência desde a última peça produzida de um lote até à primeira peça produzida no lote de produção seguinte.

A redução do tempo é importante porque melhora a eficácia de todo o equipamento, contribui para implementar programas de produção nivelada, ajuda a reduzir o inventário de produtos finais, dá suporte à metodologia “Fluxo de Produção”, contribui para a eliminação das perdas e desperdícios, além de aumentar a capacidade da máquina e melhorar a qualidade dos produtos (Novaski, Sugai, & McIntosh, 2007).



Fonte: (Adaptado, 4lean)

Figura 11 - Etapas de implementação da ferramenta SMED

3. DESENVOLVIMENTO PRÁTICO

Neste capítulo será apresentada toda a componente prática das ferramentas de melhoria contínua abordadas anteriormente. Inicialmente será exposto o equipamento em estudo, assim como todos os elementos e funções que o constituem. Posteriormente, são descritas as fases de implementação de cada ferramenta de forma a alcançar os objetivos estabelecidos.

3.1. O SERROTE MECÂNICO ALTERNATIVO

O serrote mecânico alternativo é um equipamento usado na maioria das metalomecânicas. Durante largos anos, a serra manual era a única maneira de conseguir cortar metal. Estes equipamentos de acionamento mecânico para a operação de corte de metais têm sido desenvolvidos de modo a tornar a tarefa de corte mais fácil, precisa e eficiente.

O operador deverá estar familiarizado com estes equipamentos, as lâminas usadas e as operações efetuadas nos mesmos. Um tipo de serrote mecânico que se encontra normalmente numa metalomecânica está representado na Figura 12.

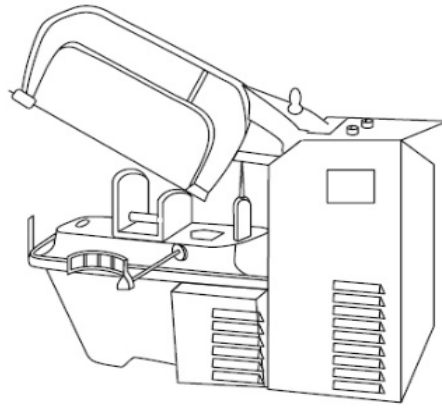


Figura 12 – Serrote Mecânico Alternativo

3.1.1. CONSTRUÇÃO BÁSICA

Os serrotes mecânicos alternativos são projetados para fazer do corte de metal uma operação mecânica. A matéria-prima é normalmente fixada entre as mordças colocadas na base do equipamento e é utilizado um motor elétrico para movimentar a lâmina e consequentemente cortar a matéria-prima.

- **Bancada**

É o elemento que serve de base aos demais elementos. Pode variar em forma e tamanho, normalmente construída em ferro fundido e com suportes para o apoio da cabeça que contém o arco para a lâmina, maxila e o conjunto de potência. Tem, normalmente, uma bandeja apropriada para a recolha do refrigerante e, no seu interior, um tanque grande, dividido em secções, de forma a criar o fenómeno de decantação.

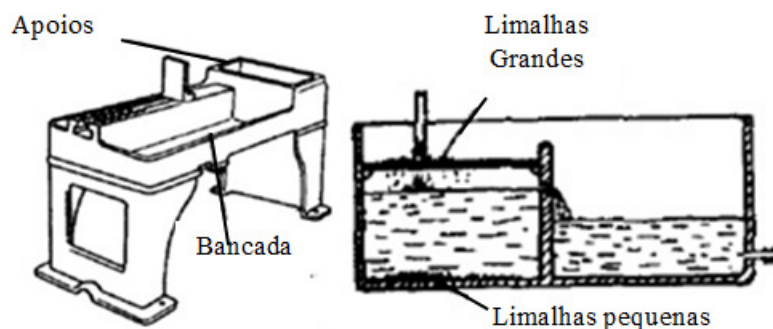


Figura 13 – Bancada do serrote mecânico

- **Mecanismo Motriz**

Este mecanismo é composto geralmente, por um motor que por meio de polias chanfradas e as correspondentes correias em V, transmitem movimento para o eixo primário de uma caixa de engrenagens de duas ou mais velocidades. À saída da caixa encontra-se um sistema biela-manivela, que transmite o movimento de vaivém por meio da ligação do arco, onde a lâmina está fixada, à biela.

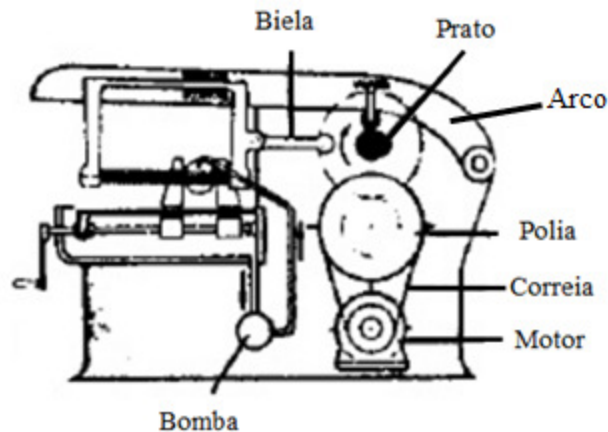


Figura 14 – Mecanismo motriz do serrote

- **Arco e Mecanismo de Avanço**

O arco é um elemento essencial e característico, uma vez que serve tanto para dar o movimento de corte na serra, arrastando-o sobre o seu movimento vaivém, de forma a dar o movimento de avanço a descer contra a peça de trabalho, Figura 14. Deve ter dimensões tais que não se deforme e que não coloque tensão na serra durante a operação de corte.

A velocidade é obtida a partir da caixa de velocidades, tratando-se de uma máquina de movimento alternativo, acionado pelo mecanismo de biela-manivela e tendo uma velocidade variável ao longo do seu percurso.

- **Estrutura do Arco**

É muito importante para a obtenção de um bom trabalho (corte reto e vertical) para evitar a quebra e desgaste prematuro da serra, de forma a deslizar suavemente pelas guias, mas perfeitamente guiado e livre.

As réguas de ajuste ajudam a compensar o desgaste inevitável. A disposição destas guias varia de acordo com os fabricantes.

Uma questão muito importante é fazer com que a lâmina se movimente paralelamente ao arco, por isso, é importante que as fixações da lâmina estejam perfeitamente alinhadas com o arco. Isto é verificado com um manómetro ou com um comparador.

- **Avanço**

O avanço é muito importante porque deve obrigar a serra a penetrar na matéria-prima com força suficiente para impedir o deslizamento e que cada dente corte a sua porção correspondente.

O mecanismo de avanço pode ser dos seguintes tipos: um único peso (contrapeso), que pode ser fixado num determinado ponto do arco, fuso roscado trapezoidal e avanço hidráulico.

- **Mordaças Ajustáveis**

Em algumas máquinas pequenas ou médias, as mordaças podem ser rodadas, formando ângulos diferentes com a serra para fazer cortes de esquadria ou enviesados.

Enquadra-se bem para perfis utilizados em construções metálicas. Tem a desvantagem de que, nos cortes perpendiculares, devem ser verificados a cada vez que se muda e, também, se não se tomam precauções especiais, pode rodar pouco a pouco e produzir cortes desviados.

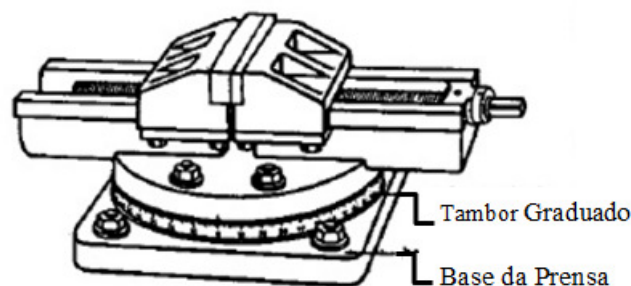


Figura 15 – Mordaças do serrote mecânico

- **Sistema de Refrigeração**

Uma vez que os dentes da serra são relativamente pequenos, estes podem ser obstruídos com pequenas aparas, produzidas no corte, caso permaneçam aderidas à serra. Para evitar isso, o refrigerante usado deve ser pouco espesso. A água é o refrigerante ideal, mas, por causa da oxidação, é necessário adicionar substâncias que eliminem este problema. Em linguagem de oficina, é muitas vezes chamado de fluido refrigerante verde, pois esta é a cor que adquire na mistura.

Nas serras de maiores dimensões, e para o corte de aços, são utilizados com vantagem, óleos de corte especiais que, para além de arrefecer tanto como o fluido de refrigeração normal, têm maior capacidade de lubrificação.

A bancada de recolha de fluido de arrefecimento deve ter grelhas ou deflectores de decantação para prevenir que o líquido arraste as limalhas. Como isto é quase inevitável, antes de chegar o fluido à bomba, deve filtrar-se ou, pelo menos, utilizar um tanque com duas ou três paredes, as quais favorecem a decantação, Figura 16. O jacto do fluido refrigerante deve ser abundante, para cumprir a sua dupla finalidade de retirar o calor da serra e da peça e afastar as limalhas.

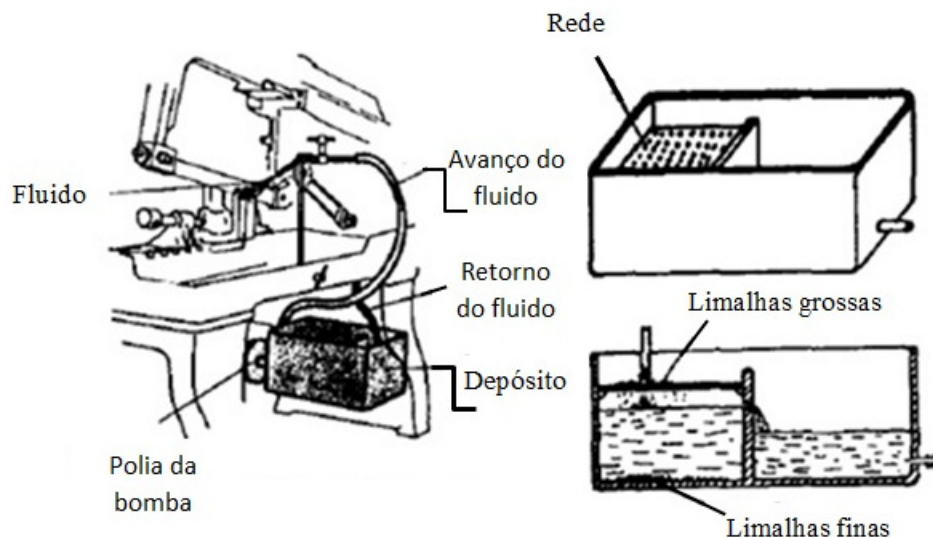


Figura 16 – Sistema de refrigeração do serrote mecânico

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO ESTADO ATUAL

De uma forma global, o posto de trabalho em análise encontra-se desorganizado, em mau estado de limpeza, com índices de falta de manutenção e sem qualquer tipo de procedimentos, como se pode verificar na Figura 17.

As potenciais causas deste panorama deve-se, em parte, ao método de trabalho utilizado, sem qualquer tipo de padronização de tarefas e à falta de práticas de rotina para manter o posto de trabalho limpo e arrumado, de modo, a reduzir e prevenir acidentes, reduzir gastos e desperdícios. Outro fator poderá ser o desajustamento do plano de manutenção que substancialmente afetará as condições iniciais de funcionamento do equipamento, bem como a sua fiabilidade.



Figura 17 – Estado atual do equipamento

Seguindo a metodologia TPM o primeiro passo passou por utilizar a ferramenta 5S's, de modo a compreender o estado em que se encontra o equipamento.

Os resultados desta ferramenta podem ser conseguidos em médio/longo prazo, devido a algumas modificações no comportamento dos utilizadores e na procura de criar um ambiente de trabalho agradável. É evidente que para atingir o sucesso é necessário que os

utilizadores estejam dispostos a fazer desta ferramenta uma cultura de trabalho e não uma obrigação.

- **1ºS - Seiri (senso de utilização)**

A primeira etapa desta ferramenta passou por remover tudo aquilo que era desnecessário do posto de trabalho, deixando apenas as ferramentas necessárias para a operação. Na Figura 18, podemos observar alguns materiais passíveis de serem eliminados (partes de chapas em diferentes locais) e ferramentas fora do local adequado, pois trata-se de instrumentos úteis para o equipamento (pincel e almotolia).



Figura 18 – Itens inúteis e outros desorganizados no posto de trabalho

- **2ºS - Seiton (senso de organização)**

A segunda etapa passou por definir um local apropriado para guardar as ferramentas e utensílios, de modo a facilitar o seu uso e a sua arrumação. A melhor solução passou por colocar um quadro em madeira junto ao equipamento, Figura 19.

O objetivo desta etapa é eliminar desperdícios de vários tipos e aumentar a produtividade e a qualidade, colocando ferramentas, dispositivos de fixação e ajudas visuais ao alcance da vista e da mão das pessoas que executam as tarefas. A intenção é: “Disponibilidade imediata dos meios”. Todas as ferramentas e utensílios necessários para desempenhar uma tarefa devem estar no posto de trabalho. Seguindo este conceito, foram colocados no quadro referido anteriormente vários “Kits”, para poder acondicionar de uma forma organizada e cuidada todas ferramentas, utensílios de limpeza e lubrificação indispensáveis para todas as atividades, Figura 20.



Figura 19 – Quadro de Apoio ao Posto de Trabalho



Figura 20 - Kit de Limpeza, Lubrificação e Ferramentas

Antes da elaboração destes “kits”, foi necessário realizar junto do equipamento um levantamento de todas as ferramentas e utensílios indispensáveis para operar e executar as tarefas de inspeção, limpeza e lubrificação. Depois, tornou-se essencial dividir todas as ferramentas e utensílios por diferentes tarefas e arruma-las de uma forma organizada em caixas transparentes e no quadro, de modo a facilitar a sua identificação. Por último, recorreu-se à marcação dos locais definidos para os utensílios e ferramentas de apoio, com o auxílio de uma fita amarela autocolante, de modo a facilitar a identificação do local.

Na Figura 21, podemos observar a definição e marcação das áreas para alocar ferramentas e utensílios, tendo em conta a proximidade do equipamento, de forma a evitar desperdícios de movimento, assim como, a configuração do equipamento para operar de forma adequada.

Os próximos passos de implementação desta ferramenta serão desenvolvidos a seguir, num dos vários pilares da ferramenta TPM, a manutenção autónoma.



Figura 21 – Definição e disposição de áreas para ferramentas e utensílios

3.3. IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÓNOMA

3.3.1. LIMPEZA E INSPEÇÃO INICIAL

Concluída a implementação das duas primeiras etapas da ferramenta 5S's, iniciou-se o processo de limpeza ao equipamento e ao respetivo posto de trabalho, eliminando toda a sujidade presente, Figura 22. Contudo, foi necessário desmontar os vários elementos do próprio equipamento para conseguir realizar uma limpeza profunda e eficaz para atingir o objetivo pretendido. Na Figura 23 podemos observar algumas dessas etapas.



Figura 22 – Estado inicial de limpeza do equipamento



Figura 23 – Etapas da limpeza inicial do equipamento

Resumidamente, esta limpeza baseou-se em retirar todas as limalhas que se encontravam no equipamento com a ajuda de um aspirador, sugar todo o fluido de corte existente na bancada e no depósito por estarem em mau estado e limpar com o auxílio de um óleo mineral natural todos os elementos de forma a retirar as pequenas impurezas.

Após esta tarefa e o equipamento estar seco, este foi pintado, incluindo alguns elementos móveis, por forma a melhorar a deteção de qualquer fuga que pudesse existir no sistema.

Na Figura 24 podemos visualizar o antes e o depois desta etapa.

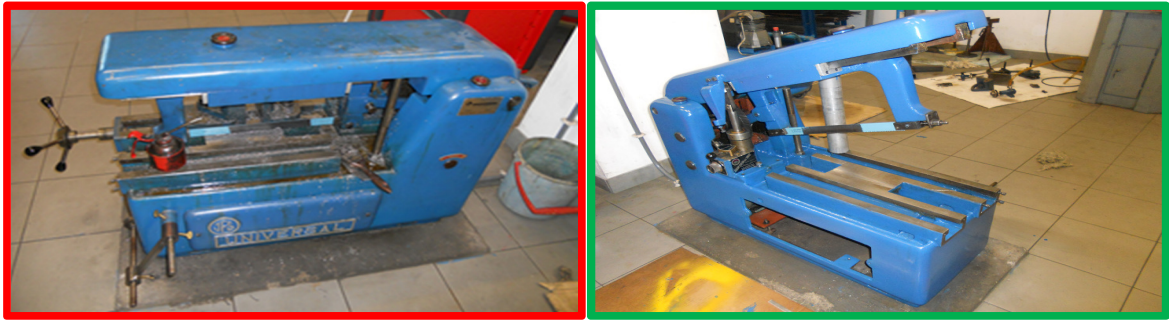


Figura 24 – Antes e depois - limpeza inicial e pintura

Com estas duas tarefas foi possível detetar várias falhas no sistema que poderão colocar em causa o bom funcionamento do equipamento e reduzir o seu tempo de vida útil.

3.3.2. IDENTIFICAÇÃO DE FALHAS E ANOMALIAS

Como já foi referido, ao longo do processo de limpeza foram identificadas várias falhas e anomalias no equipamento. Para registar esta informação, foi necessário implementar a metodologia das “etiquetas vermelhas”. Os problemas identificados são apresentados abaixo:

1. Fuga de óleo na bomba do fluido de corte;
2. Folga excessiva, existente na correia de transmissão da bomba de fluido de corte;
3. Fuga de óleo no cilindro hidráulico;
4. Fuga de óleo na mangueira em ambas as extremidades;
5. Fuga de óleo na torneira do fluido de corte;
6. Fuga de óleo no depósito de óleo do cilindro hidráulico.



Figura 25 – Identificação de anomalias no equipamento

Todas estas anomalias foram alvo de análise para tentar perceber a raiz das suas causas, com ajuda de uma ferramenta da qualidade denominada por diagrama de *Ishikawa* ou também como Espinha de Peixe ou Causa e Efeito. Na prática, este diagrama é uma ferramenta muito orientada para a resolução de problemas, dando especial ênfase às possíveis causas dos mesmos, como apresentado na Figura 26. Esta permite também visualizar as causas principais e secundárias de um problema, ampliar a visão das possíveis causas de um problema, através da análise e identificação de soluções e para gerar melhorias nos processos. A elaboração deste diagrama teve a colaboração dos técnicos do laboratório das oficinas mecânicas, devido a terem conhecimento do histórico do equipamento em relação ao modo de interação até à data e o tipo de manutenção a que tem sido sujeito o equipamento, facilitando assim o processo de análise de descobrir e compreender a origem dos problemas.

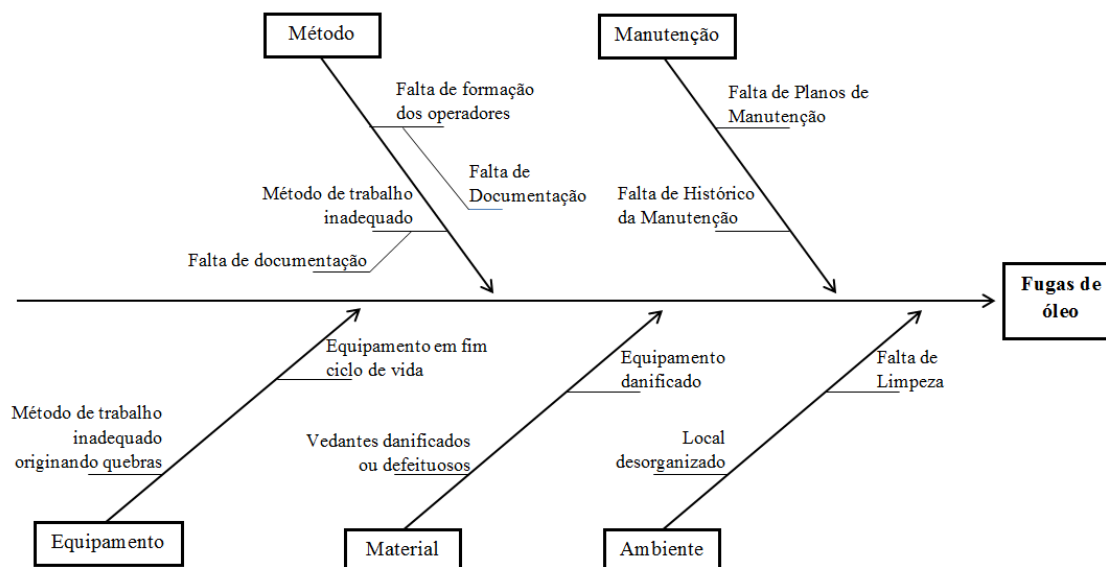


Figura 26 – Diagrama Causa e Efeito

Esta representação gráfica das possíveis causas de uma anomalia é um instrumento muito importante para estudar os fatores que determinam os resultados que desejamos obter (processo, desempenho, oportunidade), assim como as causas de problemas que devem ser evitados (defeitos, falhas, viabilidade).

Todas as causas representadas no diagrama foram alvo de observação, criando condições e padrões de trabalho de modo a solucionar a origem destas. Podemos observar este estudo mais à frente neste trabalho. Como referido atrás, estas anomalias foram corrigidas de imediato e só depois passíveis de análise na procura e identificação das fontes de origem das causas dos problemas.

No geral, deve-se a pequenas fugas de óleo, devido à forte deterioração das juntas de vedação e inexistência de reaperto dos elementos de fixação, Figura 27. Na Figura 28, poderemos observar algumas dessas correções, de forma a aumentar a fiabilidade e a poder estabelecer as condições básicas do equipamento.

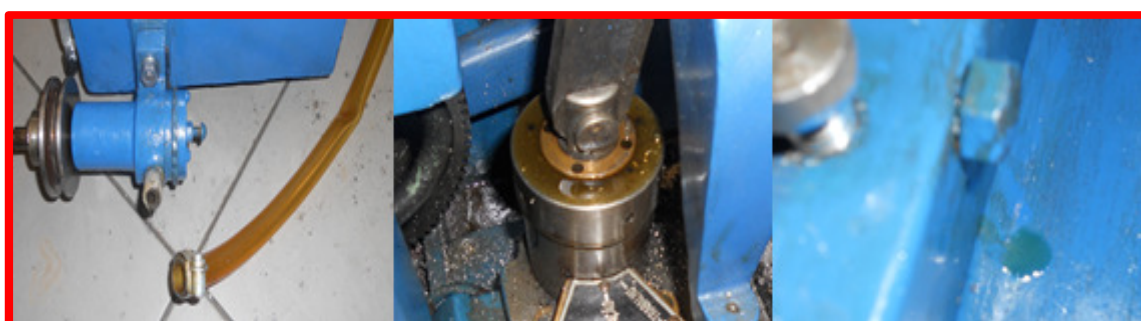


Figura 27 – Falhas identificadas no equipamento

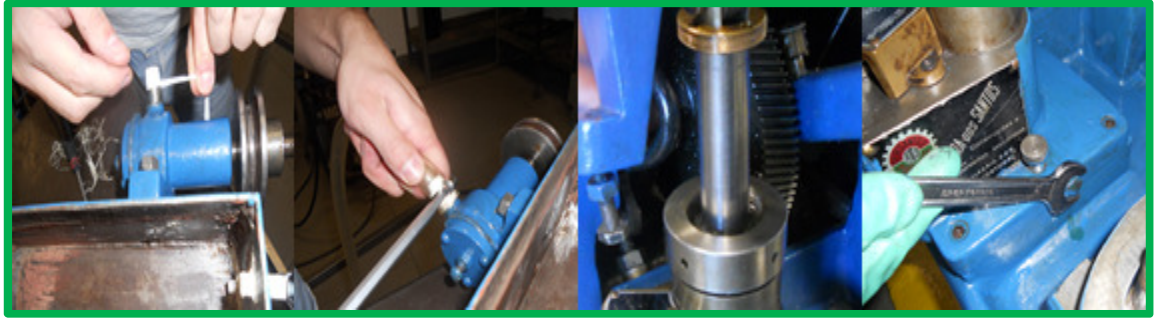


Figura 28 – Correção de pequenas falhas no sistema

3.3.3. LOCALIZAÇÃO DAS FONTES DE CONTAMINAÇÃO E LUGARES INACESSÍVEIS

Terminadas as etapas anteriores, gera-se a oportunidade de realizar algumas melhorias, de forma, a encontrar soluções para reduzir tempos de operação e facilitar as tarefas de inspeção, lubrificação e limpeza. No entanto, surge a necessidade de elaborar um plano¹ de ações de modo a planear as atividades a desenvolver por forma a cumprir os prazos estabelecidos. Em seguida são descritas todas as otimizações elaboradas nesta etapa:

- **Criação de um ponto de escoamento na bancada de trabalho;**

Esta oportunidade de melhoria surge de uma lacuna do próprio fabricante em ter apenas dois pontos de escoamento muito próximos um do outro, ou por erro de nivelamento a quando da instalação física do equipamento no local de trabalho. Dessa forma, entendeu-se abrir um novo ponto de escoamento numa zona de grande acumulação de fluido de corte. Além de facilitar a drenagem, permite também simplificar o processo de limpeza da bancada e evitar a necessidade de adicionar por vezes fluido de corte ao respetivo depósito. Na Figura 29, pode-se ver a situação anterior e a atual, com as respetivas fases de implementação.

¹ Anexo A - Plano de Ações na implementação do TPM



Figura 29 – Melhoria do escoamento do fluido de corte na bancada

- **Otimização do processo de limpeza;**

A otimização do processo de limpeza foi estudada minuciosamente e de forma bastante cuidada, devido a ser um ponto bastante crítico pela natureza do processo em si. As limalhas originadas pelo processo de corte são bastante prejudiciais ao equipamento, pois quando em contacto com alguns elementos provocam um aumento de deterioração, principalmente no teor de corrosão. Uma das etapas de melhoria neste processo foi colocar uma proteção em borracha junto ao arco da serra para evitar que no movimento vaivém da serra, as limalhas agregadas a ela não sejam projetadas para junto das engrenagens do sistema biela manivela, aumentando assim a sua durabilidade e minimizando a necessidade de realizar uma limpeza frequente, devido à dificuldade de acesso aos elementos em questão, Figura 30. A outra etapa consistiu em colocar por toda a base da bancada e sobre o depósito do fluido de corte uma rede de aço inox, capaz de filtrar todas as impurezas do respetivo óleo e reter todas as limalhas geradas no corte, Figura 31. Além desta melhoria, esta aplicação permite ainda otimizar o tempo e simplicidade de remoção das limalhas do equipamento para os locais apropriados, como podemos observar na Figura 32.



Figura 30 – Colocação de proteção em borracha

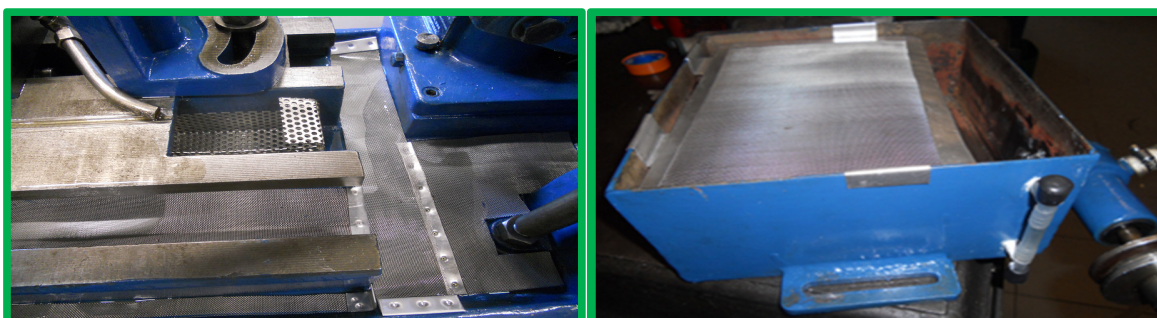


Figura 31 – Colocação da rede aço inox sobre a bancada e depósito



Figura 32 – Etapas de melhoria no processo de limpeza da bancada e do depósito fluido de corte

Na Tabela 10, podemos observar que pelo processo atual foi possível otimizar o tempo de operação em 50% do tempo inicialmente necessário para realizar esta atividade.

Tabela 10 - Análise comparativa dos tempos de limpeza da bancada entre os dois processos

	Sequência de passos a realizar	Tempo
Processo Anterior	Preparar ferramentas de limpeza (Aspirador, pincel e pano)	2 min.
	Aspirar a bancada	3 min.
	Remover e limpar todas as impurezas de óleo e pequenas limalhas	1 min.
	Limpar as ferramentas de limpeza	1 min.
	Tempo Total	7 min.
Processo Atual	Preparar ferramentas de limpeza (Aspirador, pincel e pano)	30 seg.
	Remover e limpar os filtros da bancada	1 min.
	Remover e limpar todas as impurezas de óleo e pequenas limalhas	30 seg.
	Colocar os filtros nos respectivos locais	30 seg.
	Limpar as ferramentas de limpeza	1 min.
	Tempo Total	3 min. e 30 seg.

- **Melhoria das condições de inspeção no interior da bancada;**

Tendo em conta que se encontram vários elementos vitais no interior da bancada passíveis de ser inspecionados periodicamente, de modo a manter as condições básicas para o correto funcionamento do equipamento e, atendendo à grande complexidade em realizar as tarefas de inspeção, desencadeou-se uma ação de melhoria para este grupo de componentes.

A ação de melhoria prendeu-se com a substituição de uma das duas tampas de ferro fundido por uma placa em policarbonato, de forma a criar gestão visual para o operador, conseguindo assim, diminuir os tempos de inspeção e aumentar a rapidez de resposta na ocorrência de anomalias. Sendo esta melhoria um grande progresso, mas ainda não o satisfatório, sugeriu-se colocar um nivelador de óleo no depósito do fluído de corte, de modo a melhorar a tarefa de inspeção do nível do fluído de corte. Além destes aperfeiçoamentos, substituíram-se também os elementos de fixação por outros componentes capazes de desempenhar a função de aperto/desaperto sem a necessidade do uso de uma ferramenta, a qual reduziu significativamente os tempos de operação (Tabela

11). Na Figura 33, podemos observar o antes e o depois da implementação das melhorias abordadas anteriormente.



Figura 33 – O antes e o depois da implementação da gestão visual

Na Tabela 11 é feita uma análise comparativa dos tempos de intervenção para realizar as tarefas de inspeção pelo processo anterior e atual.

Tabela 11 – Análise comparativa do tempo de intervenção no processo atual e anterior

	Sequência de passos a realizar	Uso Ferramentas	Tempo
Processo Anterior	Ter em posse as chaves de bocas, com a medida correta para desapertar a tampa de ferro fundido e depósito.	-	20 seg.
	Desapertar os 4 parafusos de ambas as tampas	Sim	1 min. 30 seg.
	Inspecionar correias de transmissão, bomba de óleo, depósito de óleo	Sim	30 seg.
	Apertar parafusos da tampa	Sim	2 min.
	Guardar as respetivas chaves de bocas	-	5 seg.
	Tempo Total		4 min. e 25 seg.
Processo Atual	Desapertar ambos manípulos manualmente, caso necessário	Não	10 seg.
	Inspecionar correias de transmissão, bomba de óleo, depósito de óleo	Não	30 seg.
	Apertar manípulos	Não	10 seg.
	Tempo Total		50 seg.

Concretizada a análise a ambos os processos, apura-se que pelo processo atual alcançou-se uma percentagem na redução de tempo de operação relativamente ao processo anterior. Além deste importante ganho, considera-se uma tarefa bastante mais prática, criando assim no operador uma grande abertura para colaborar de forma eficaz nesta tarefa de inspeção.

3.3.4. DEFINIÇÃO DOS PADRÕES DE LIMPEZA E INSPEÇÃO

De forma a consolidar os ganhos das implementações de melhoria, elaboraram-se vários procedimentos documentados de modo a padronizar as atividades a realizar. A inexistência destes documentos padronizados geram uma elevada variabilidade dos produtos, custos elevados, paragens por falta de operador “que sabe como se faz” e constantes incumprimentos dos planos de produção. Através desta padronização, os produtos conseguem ser produzidos com qualidade/características constantes (menor variabilidade), devido a modos de proceder idênticos, independentemente de quem é o operador. Estes aprendem mais fácil e corretamente novas tarefas, conseguindo substituir-se uns aos outros, aumentando a eficácia da formação e treino e reduzindo os custos de formação de novos operadores.

Os documentos acima enunciados referem-se à instrução de equipamento, instrução de trabalho, instrução de limpeza, plano de inspeção, lubrificação e limpeza, assim como, outros documentos imprescindíveis para que as atividades desenvolvidas e ações futuras, possam ter um fluxo de informação organizado e disciplinado entre os operadores e a manutenção, de modo a precaver qualquer tipo de falha. Posteriormente é apresentada uma breve explicação do conteúdo destes documentos.

Instrução de Equipamento² – Descrição da função de cada elemento constituinte do serrote mecânico alternativo, com reforço visual para facilitar o seu reconhecimento e localização.

ELEMENTO	IMAGEM	FUNÇÃO
Arco da Serra		<ul style="list-style-type: none">• Parte do equipamento que serve tanto para dar o movimento de corte da serra, arrastando-o sobre o seu movimento vaivém, de forma a dar o movimento de avanço, a descer contra a matéria-prima.

Figura 34 – Parte da Instrução do equipamento

Instrução de Trabalho³ – Descrição, passo a passo, de todas as etapas necessárias a realizar pelo operador na utilização do equipamento para a operação de corte.

² Anexo B – Instrução do Equipamento

³ Anexo C – Instrução de Trabalho

 Instituto Superior de Engenharia do Porto	OFICINAS MECÂNICAS Instrução de Trabalho – <i>Serrote</i> Alternativo	LOM - 04
<p>✓ AVISO! Antes da operação de corte certifique-se que lê, entende e aplica as instruções de segurança encontradas no Manual de Instruções.</p> <p>NOTA: Antes de operar com o equipamento, certas verificações e ajustes necessitarão de ser executados. É muito importante que estas instruções sejam seguidas cuidadosamente para que o equipamento seja iniciado em segurança e corretamente.</p> <p>✓ AVISO! Certifique-se que o equipamento está desligado antes de fazer qualquer ajuste.</p>		
ACTIVIDADE	ELEMENTO	INSTRUÇÃO
1		<ul style="list-style-type: none"> • Verifique se existe algo que possa impedir o bom funcionamento do equipamento;

Figura 35 – Parte da Instrução de trabalho

Instrução de Limpeza⁴ – Descrição do procedimento de limpeza para cada elemento do equipamento, assim como, as ferramentas e os EPI'S a utilizar em cada um dele.


ELEMENTO	IMAGEM	INSTRUÇÃO	FERRAMENTAS	EPI'S	CUIDADOS
BANCADA		<ul style="list-style-type: none"> • Limpar e remover todas as limalhas originadas pela operação de corte em toda a extensão da bancada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pincel com petróleo • Pano seco • Aspirador 	<ul style="list-style-type: none"> • Luvas • Fato Limpeza • Óculos de proteção 	<ul style="list-style-type: none"> • Inicialmente deve-se retirar os diversos filtros que estão sobre a bancada para remover as limalhas existentes e colocar no recipiente indicado; • Usar pincel, pano e aspirador para limpar as limalhas mais finas que tenham ultrapassado os filtros; • Nunca usar desperdícios ou ar comprimido na limpeza.

Figura 36 – Parte da Instrução de limpeza

⁴ Anexo D – Instrução de Limpeza

Plano ILL⁵ – Plano pelo qual o operador se deve orientar para realizar as instruções de inspeção, limpeza e lubrificação do equipamento, de forma a manter as condições ideais de trabalho do mesmo.

isep Instituto Superior de Engenharia do Porto		PLANO ILL (Inspeção, Limpeza e Lubrificação)					isep Instituto Superior de Engenharia do Porto	
Máquina: Serrote Mecânico Alternativo							Legenda:  Inspeção  Intervenção  Limpeza  Lubrificação	
Elaborado por: José Santos								
Nº OP	Elemento	Ajuda Visual	Tipo Acção	Meios	Instrução	Tempo Previsto	Frequência	
1	Bancada	MAU ESTADO 		Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar o estado da área de trabalho na necessidade de limpeza da mesma. 	30 seg.	Sempre que necessário, no início e no fim de cada operação	
		BOM ESTADO 		Manual	<ul style="list-style-type: none"> • Remover e limpar filtros. • Limpar a mesa de toda a sujidade (limalhas) usando o pincel e o aspirador. 	5min.	Se confirmado pela inspeção visual	

Figura 37 – Parte do Plano ILL (Inspeção, Limpeza e Lubrificação)

Além destes procedimentos foi também definido um padrão de trabalho entre os operadores e a equipa de manutenção, de modo, a poder tratar e analisar as anomalias e propostas de melhoria identificadas no equipamento. Para tal, foi elaborado um registo⁶ para mencionar toda esta informação e duas etiquetas⁷ idênticas de cores diferentes (vermelha e azul), Figura 40. O objetivo destas etiquetas é para facilmente identificar visualmente os problemas e além disso, criar uma dinâmica simples para que o operador registre as anomalias identificadas e afete responsabilidades de correção. A etiqueta vermelha é reservada à equipa de manutenção, devido a tratarem-se de anomalias em que o operador não tem meios, como por exemplo ferramentas adequadas, e ainda não é capaz de corrigir o problema. A etiqueta azul destina-se a pequenas falhas passíveis de serem corrigidas pelo próprio operador em tempo oportuno. De forma a existir um histórico de manutenção, foi criado também um registo⁸ para o operador anotar todas as intervenções realizadas no equipamento, segundo a periodicidade do plano ILL.

⁵ Anexo E – Plano ILL

⁶ Anexo F – Registo de anomalias e oportunidade de melhoria

⁷ Anexo G – Etiquetas Vermelhas e Azuis

⁸ Anexo F – Registo da manutenção efetuada



Figura 40 – Etiqueta Vermelha e Etiqueta Azul

De seguida é abordado o método de preenchimento de etiquetas, assim como, os procedimentos a adotar perante a presença de uma nova anomalia e na conclusão de alguma delas.

- **Preenchimento das etiquetas**

Os campos identificados nas etiquetas anteriormente ilustradas são preenchidos da seguinte forma:

“Número” – número de ordem da etiqueta em questão;

“Secção” – Área na qual está inserido o posto de trabalho;

“Posto de trabalho” – nome do posto ao qual está afeta a não-conformidade identificada;

“Data de deteção” – Data do dia em que a não-conformidade foi encontrada;

“Detetado por:” – nome do operador que identificou a anomalia;

“Descrição da não-conformidade” – descrição detalhada de forma nítida e clara sobre a anomalia identificada.

- **Descrição pormenorizada do procedimento a adotar com as etiquetas TPM:**

- ✓ Fazer a ação TPM;

- ✓ Detetar anomalia;
 - ✓ Preencher a etiqueta TPM;
 - ✓ Colocar essa mesma etiqueta no arquivo “anomalias pendentes” que se encontra no quadro de apoio do equipamento;
 - ✓ Abrir ordem de trabalho de manutenção (só etiquetas vermelhas);
 - ✓ Registrar o número da etiqueta na ordem de trabalho de manutenção (só etiquetas vermelhas);
 - ✓ Preencher o registo e controlo de etiquetas e oportunidades de melhoria.
- **Descrição pormenorizada do procedimento após a conclusão dos trabalhos:**
 - ✓ Confirmar o trabalho na base de dados das ordens de trabalho da manutenção;
 - ✓ Registrar como concluído no registo e controlo de etiquetas e oportunidades de melhoria;
 - ✓ Retirar a etiqueta do quadro;
 - ✓ Arquivar a etiqueta TPM;

Independentemente de se tratar de uma ação TPM ou não, sempre que sejam detetadas anomalias, este procedimento deve ser adotado.

Na Figura 41, podemos observar a disposição de toda a informação necessária no quadro de apoio abordado anteriormente.

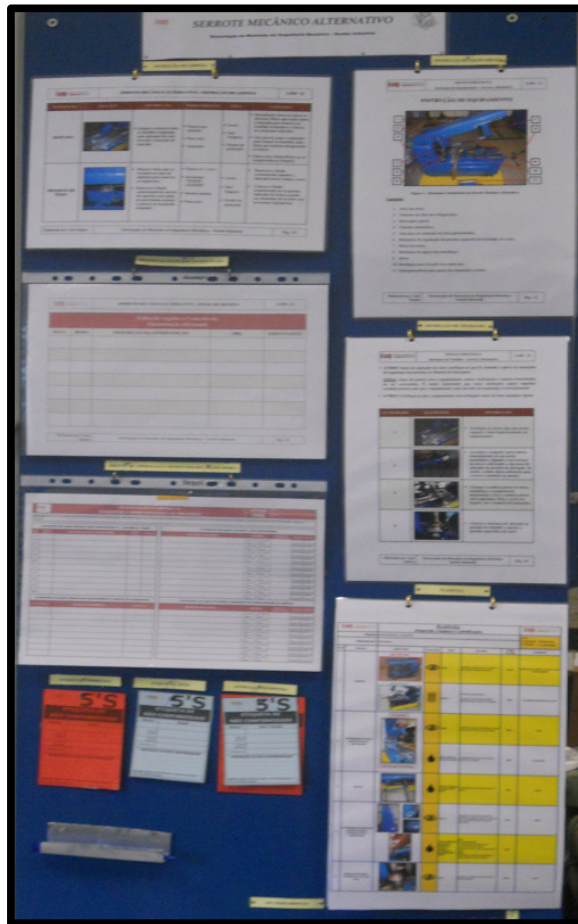


Figura 41 – Disposição de toda a informação necessária no quadro

3.3.5. PRATICAR A AUTO GESTÃO TOTAL

Após a implementação das melhorias relativamente à otimização de tempos e simplificação das tarefas de limpeza e de manutenção, principalmente no que diz respeito à inspeção e lubrificação, surge nesta fase o propósito de conceber e dar continuidade ao processo das ações de melhoria principalmente no que diz respeito, à redução dos tempos de *setup*. De seguida, são enumeradas as propostas de melhoria identificadas:

1. Otimização dos elementos de fixação da estrutura que suporta o batente do material a cortar;
2. Otimização do sistema de aperto/desaperto das mordças;
3. Otimização do sistema de fixação/substituição e afinação da serra de corte;
4. Melhoria da estrutura do suporte do batente.

Em seguida, será apresentado o desenvolvimento das várias fases de implementação de todas as oportunidades de melhoria identificadas.

1. Otimização dos elementos de fixação da estrutura que suporta o batente do material a cortar;

Uma das melhorias apresentadas foi a substituição dos elementos de fixação do batente do material a cortar por manípulos mais práticos, capazes de fazer a função pretendida de forma manual com maior segurança e eficácia, Figura 42. A razão desta melhoria deve-se ao facto do sistema de aperto anterior ter dimensões não compatíveis com os furos roscados, tanto no acoplamento do veio principal como do próprio suporte que contém o batente. A solução passou por abrir uma nova rosca nos furos de forma a alterar o tipo de rosca anterior, inglesa, para rosca métrica.

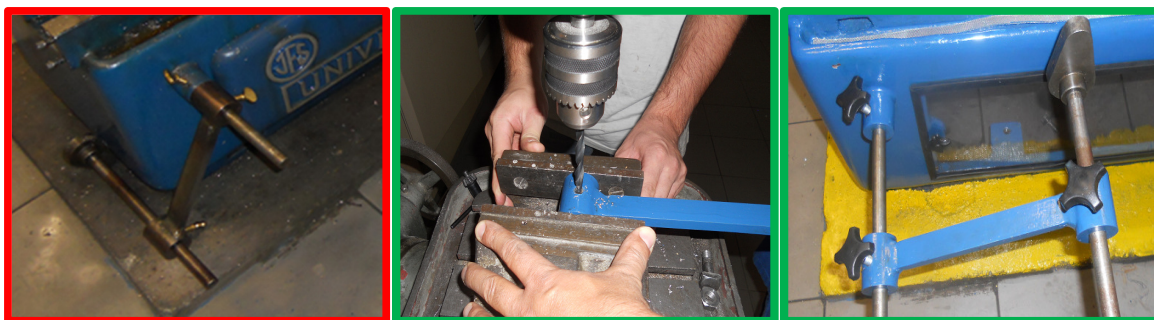


Figura 42 – Melhoria dos elementos de fixação no batente do material a cortar

2. Otimização do sistema de aperto/desaperto das mordças

Outro aspeto alvo de melhoria consistiu em modificar o sistema de aperto/desaperto das mordças, tendo em mente o objetivo de reduzir o tempo de *setup*, visto ser o elemento que na maioria dos casos, está sujeito a um grande número de mudanças durante o processo de corte, Figura 43. A grande dificuldade deparou-se com as dimensões dos veios e pela configuração da rosca, medida inglesa, o que complicou a pesquisa no mercado de soluções compatíveis, fiáveis e eficazes. Perante este obstáculo, a solução encontrada foi optar por uma chave de cabeça sextavada, com a vantagem de poder ficar alocada no próprio veio onde irá desempenhar a sua função. Relativamente ao ganho de tempo da operação em si este é insignificante, porém, pelo processo atual é possível eliminar os desperdícios de movimento por parte do operador em poder aceder e guardar a chave.

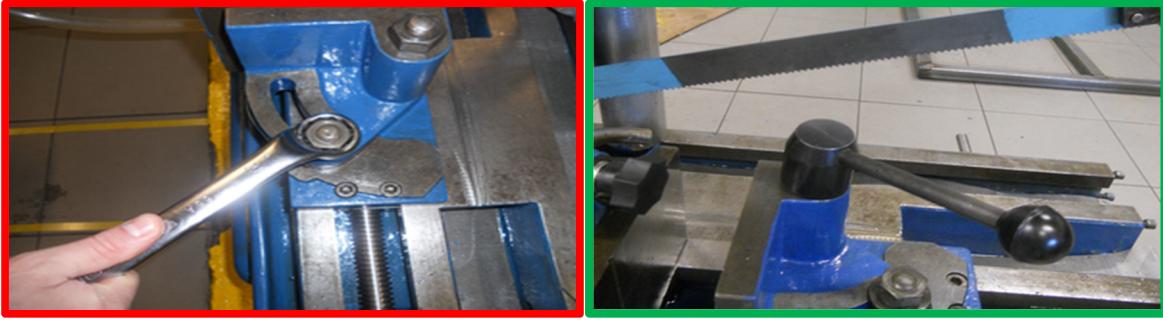


Figura 43 – Otimização do sistema de aperto/desaperto das mordças

3. Otimização do sistema de fixação/substituição e afinação da serra de corte

Em seguida, apresentou-se uma alternativa bastante exequível para otimizar o sistema de substituição e afinação da serra. A solução passa por satisfazer o grande objetivo de reduzir os tempos de operação de mudança de ferramenta. Conforme apresenta a Figura 44, o processo atual é bastante moroso, sobretudo pela necessidade de utilizar uma ferramenta para executar a intervenção. A solução projetada visa realizar as mesmas tarefas de modo manual, com maior rapidez e sem a necessidade de uma ferramenta, conseguindo assim eliminar os desperdícios de excesso de movimentos.

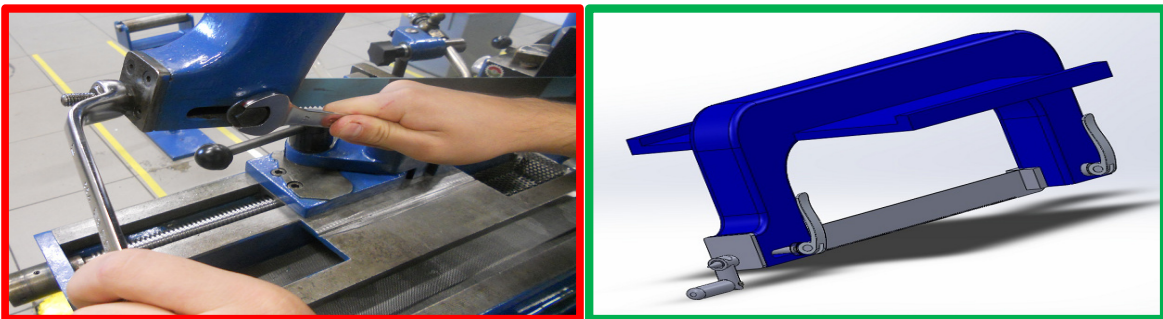


Figura 44 - Melhoria dos elementos de fixação/substituição da serra

A solução encontrada para o aperto/desaperto dos elementos de fixação da serra de corte, foi inspirada no mecanismo de aperto visto nos dias de hoje nas bicicletas, denominado de aperto-rápido com manípulo, Figura 45.



Figura 45 – Exemplos de Aperto-rápido encontrados nas bicicletas

- **Sistema de aperto**

Para implementar este novo mecanismo, tornou-se necessário efetuar algumas modificações no sistema atual, o qual será descrito nos próximos passos:

- ✓ Parafusos de aperto existentes irão ser substituídos por um sistema parafuso mais manípulo. O parafuso terá um comprimento de rosca suficiente para que não haja desperdício de tempo aquando do aperto/desaperto;

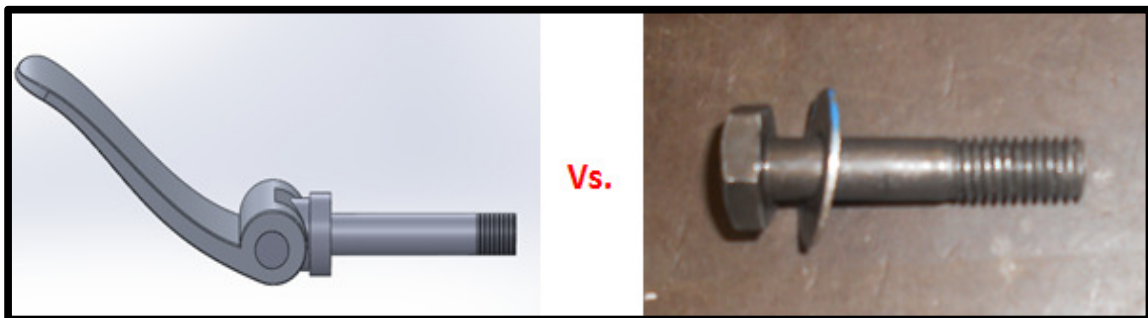


Figura 46 – Aperto-rápido com manípulo

- ✓ As mordças (ou apoios) da serra de corte terão que ser fabricadas novamente devido ao facto de a rosca existente ser inglesa, algo já ultrapassado e de muito pouco uso, passando para uma rosca métrica;

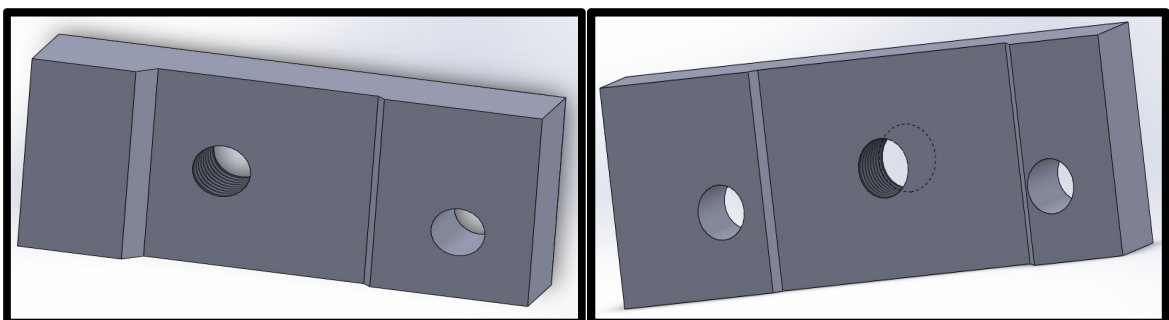


Figura 47 – Mordças modificadas

- ✓ Os pinos do guiamento das mordças também terão que ser novos, pelo simples facto dos pinos do sistema atual estarem cravados nas mordças e apresentarem deformações, próprias do uso acumulado ao longo do tempo.

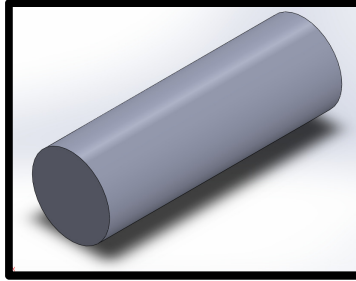


Figura 48 – Pinos de apoio da lâmina

- **Sistema de afinação da tensão da serra de corte**

No caso do sistema de afinação da tensão da serra de corte, a solução adotada passou por incorporar um elemento idêntico à ferramenta utilizada, Figura 49.a), chegando-se à configuração apresentada na Figura 49.b).

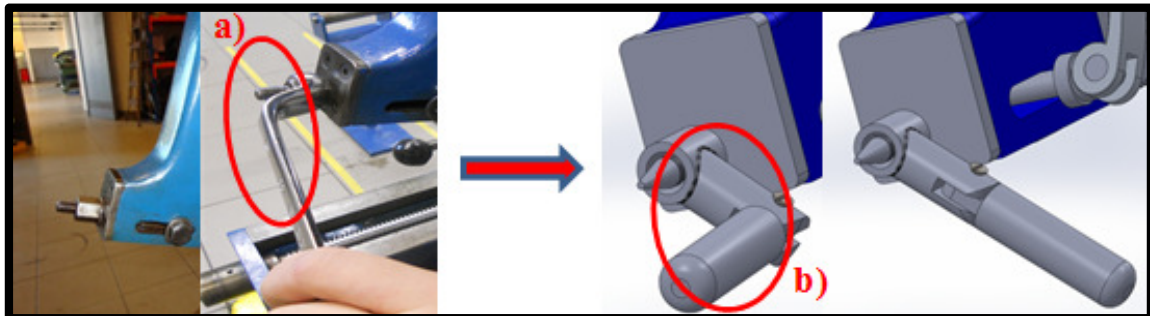


Figura 49 – Alteração da configuração da afinação da tensão da serra de corte

Esta configuração é composta por 3 elementos:

Haste - serve de manípulo e contém duas posições. Na posição aberta, tem a função de eliminar o uso da ferramenta mencionada anteriormente e, na posição fechada, de impedir esta de embater na máquina quando o conjunto arco mais serra estiver no ponto mais baixo, Figura 50.

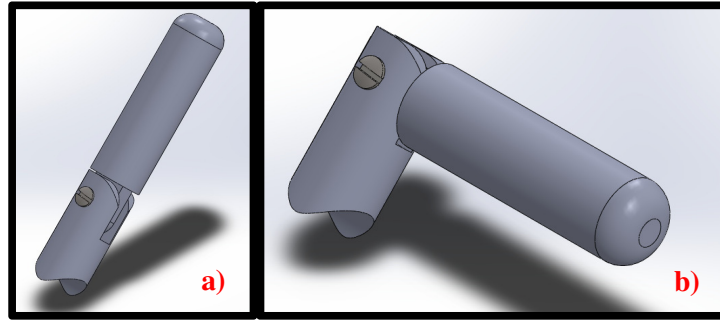


Figura 50 – Configuração do manípulo na posição aberta a) e na posição fechada b)

Porca - esta tem que ter um comprimento suficiente para se conseguir ligar o manípulo através do processo de soldadura. Contudo, devido a esse mesmo comprimento, optou-se por criar em ambas as extremidades da porca um formato cónico, para assim diminuir o comprimento da rosca (reduzindo o tempo de aperto/desaperto), Figura 51.

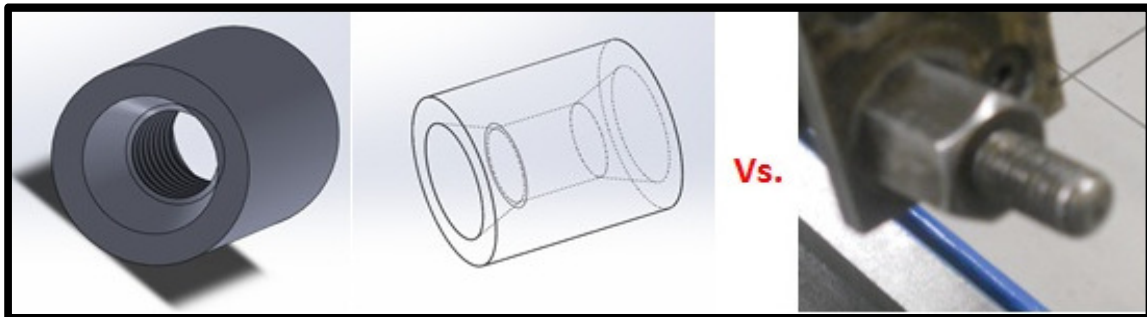


Figura 51 – Porca de afinação da tensão da serra de corte

Parafuso - este irá ser cravado numa das mordças e terá como função servir de tensor para a serra de corte. As alterações a realizar serão a mudança de rosca inglesa para rosca métrica e o comprimento da rosca (no sistema anterior este era elevado causando um desperdício de tempo no aperto/desaperto), Figura 52.

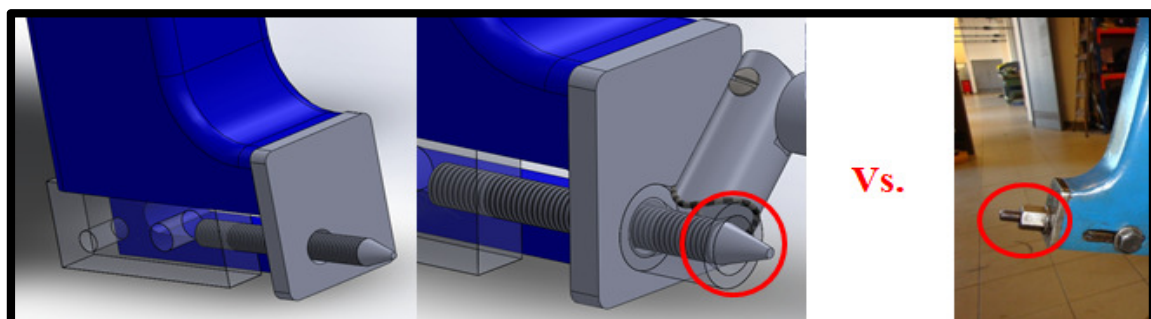


Figura 52 – Sistema otimizado vs. Sistema presente no equipamento

Segue abaixo uma representação esquemática das várias etapas de montagem/substituição da serra de corte.

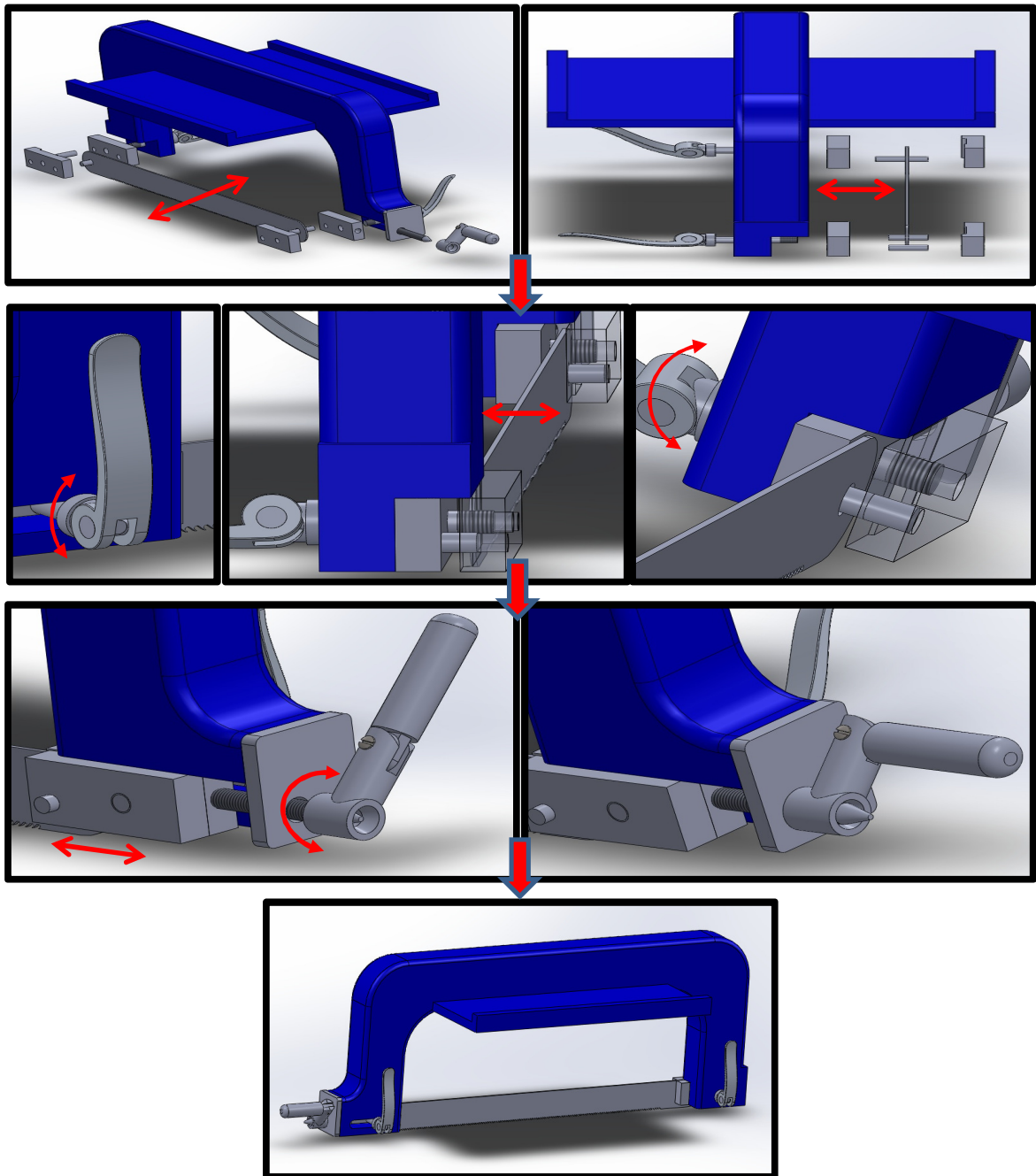


Figura 53 – Esquema de montagem/substituição da serra de corte

Na Tabela 12, é feita uma análise comparativa dos tempos de substituição na serra de corte pelo processo atual, e os tempos previstos para a solução de melhoria apresentada. Observando os dados na mesma tabela, prevê-se com esta implementação de melhoria um ganho de dois minutos e quinze segundos.

Tabela 12 – Análise comparativa dos tempos de intervenção segundo os diferentes processos

	Sequência de passos a realizar	Tempo
Processo Anterior	Ter em posse as chaves de bocas, com a medida correta para o aperto/desaperto	20 seg.
	Desapertar 1º e 2º parafuso de fixação da serra	50 seg.
	Desapertar porca de afinação da tensão da serra	30 seg.
	Substituir serra	30 seg.
	Apertar 1º e 2º parafuso	50 seg.
	Apertar porca de afinação da tensão da serra	30 seg.
	Guardar as respetivas chaves	5 seg.
	Tempo Total	3 min. e 35 seg.
Processo Atual	Desapertar 1º e 2º manípulo de fixação da serra	15 seg.
	Desapertar porca de afinação da tensão da serra	10 seg.
	Substituir serra de corte	30 seg.
	Apertar 1º e 2º manípulo de fixação da serra	15 seg.
	Apertar porca de afinação da tensão da serra	10 seg.
	Tempo Total	1 min. e 20 seg.

4. Melhoria da estrutura do suporte do batente

Por último, foi apresentada uma oportunidade de melhoria para a estrutura do suporte do batente, com o intuito de conservar o equipamento. Na Figura 54, podemos observar o objetivo da implementação desta melhoria.

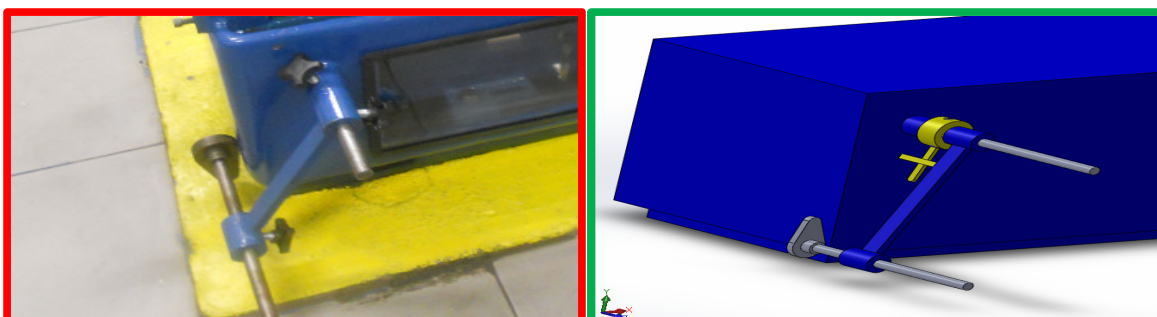


Figura 54 – Estrutura do suporte do batente

De seguida é descrita detalhadamente a melhoria que foi estudada:

- ✓ **Capaz de conservar o equipamento** – Para este efeito observou-se que o batente quando não está em uso estará apoiado na face lateral do equipamento, Figura 55.a). Como consequência deste procedimento o aspeto visual do equipamento degrada-se ao longo do tempo. O elemento projetado irá ser capaz de eliminar a consequência explicada anteriormente, Figura 55.b). Posteriormente, aproveitou-se esta estrutura para criar um depósito, Figura 56.a), para conter um lubrificante de modo a lubrificar automaticamente o respetivo veio quando este se mover, Figura 56.b).

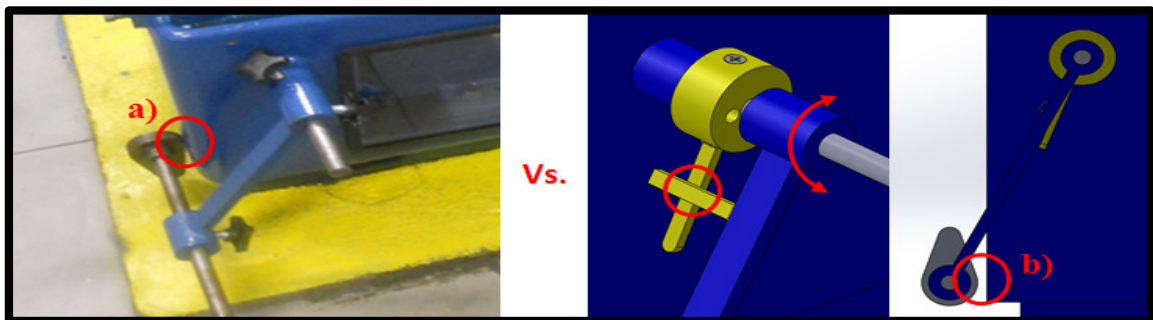


Figura 55 – Sistema atual vs. Sistema otimizado

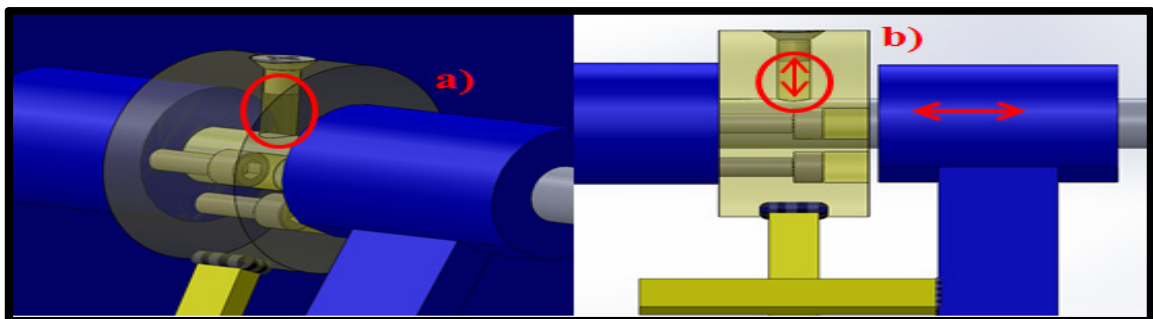


Figura 56 – Depósito para lubrificar o veio

3.3.6. AUDITORIAS

A melhor condição para avaliar e monitorizar as implementações do programa de manutenção autónoma, é a realização de auditorias ao posto de trabalho periodicamente, de forma a confirmar e orientar o estado de resultados obtidos, assim como, uma oportunidade para definir novas metas e propor novas melhorias. Em relação ao trabalho desenvolvido,

foi também preparado um documento, de modo, a poder realizar uma auditoria⁹ em períodos delineados.

5S Auditoria – Check List								
Local Avaliado:				Data:				
Auditor (es):								
Legenda								
1 – Mau 2 – regular 3 – Bom 4- Ótimo N.A. – Não Aplicável								
Utilização	Itens a Avaliar	Nota →	1	2	3	4	NA	
	1. No local existem somente materiais e/ou objetos necessários para a execução do trabalho?							
	2. Existe material não conforme no local de trabalho?							
	3. O aspeto visual do local demonstra ser agradável (sem aglomerados de coisas)?							
	4. O acesso a itens utilizados todos os dias e a toda a hora está adequado?							
	5. Existe vazamentos de ar, água, óleo ou fuga de energia? Se encontrado atribuir nota 0 .							
Média da Pontuação →								

Figura 57 – Parte do Registo para Auditoria

3.4. FORMAÇÃO E TREINO

Um aspeto bastante importante na implementação desta ferramenta é a formação dos operadores. Estes devem receber uma formação técnica global e específica, bem como formação comportamental, para serem capazes de dar uma resposta eficaz à sofisticação dos meios, e às metodologias de trabalho, orientadas no sentido do esforço conjunto de toda a equipa, orientadas para a melhoria contínua, e para a qualidade total, na busca contínua das “zero falhas”, dos “zero defeitos” e dos “zero desperdícios”.

⁹ Anexo I – Registo para Auditoria

4. CONCLUSÕES

A aplicação dos princípios e ferramentas do *Lean Thinking* auxiliam na identificação e eliminação das perdas geradas nos processos, garantindo uma maior produtividade, melhoria na qualidade e disponibilidade dos produtos, revelação dos pontos fracos e prioritários para mudanças, redução de custos e melhor ambiente de trabalho e satisfação dos operadores.

Uma das grandes vantagens da ferramenta TPM é a melhoria do ambiente de trabalho. A aplicação concertada desta ferramenta entre o processo de Organização e Limpeza mudou a aparência do equipamento e a zona envolvente do serrote mecânico alternativo, transformando-o num local que dá gosto trabalhar, devidamente limpo, arrumado, organizado, contribuindo de forma substancial para a prossecução das “zero falhas”, para a melhoria na qualidade – “zero defeito”, “zero desperdícios” e pela melhoria dos indicadores de segurança – “zero acidentes”.

O TPM é também vantajoso para os operadores, uma vez que, através de formação em TPM e em manutenção, beneficiam de um reforço das suas competências técnicas e organizacionais.

A metodologia do TPM requer alguns “gastos”, nomeadamente financeiros para possibilitar a implementação de algumas melhorias no equipamento, na zona envolvente, ou ao nível de tempo, para que os operadores executem as operações de manutenção autónoma, ou receberem formação. Estes “gastos” não são um prejuízo para a organização mas sim um investimento que ao fim de algum tempo é recompensado, pelo que, o que inicialmente aparenta ser uma desvantagem, no final traduz-se numa vantagem.

Na sequência do trabalho realizado e atendendo a que o TPM é uma ferramenta pedagógica, sugiro alargar esta abordagem aos restantes equipamentos instalados nos Laboratórios do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Referências Documentais

- Bufferne, Jean. *Le guide de la TPM - Total Productive Maintenance*. - Paris: Éditions d'Organisation, 2006. – ISBN10: 2708137239.
- Borris, Steven. *Total Productive Maintenance*. McGraw-Hill, 2006. – ISBN10: 0071589260
- Barbara, J.S., Brian, L.J. & Sholtes, P. (2003). *The Team Handbook*. Third Edition, Oriel Inc.
- Corrêa, Henrique; Giansesi, Irineu. 1993. *Just in Time, MRPII e OPT – Um enfoque estratégico*. 2ª edição. Brasil: Atlas.
- Cabral, José Paulo Saraiva, *Organização e Gestão da Manutenção*, 4ª Edição, Lidel., Lisboa, 2004
- Ferreira, Luís Andrade, *Uma Introdução à Manutenção*, 1ª Edição, Publindústria, Porto, 1998
- Fontanini, Patrícia. 2004. *Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil – Aplicação de macro mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio*. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.
- Ghinato, Paulo. 2000. *Jidoka: Mais do que “Pilar da Qualidade”*. [Internet] disponível em <http://www.leanway.com.br/jidoka.pdf> [acedido a 04/06/2012]
- Hicks, B. 2007. *Lean Information management: Understanding and eliminating waste*. *International Journal of Information Management*. vol. 27, pag. 233-249.
- Imai, Y. *TPM: Gestão de Perdas para fortalecer a competitividade*. 8º Curso Internacional para formação de Instrutores TPM. São Paulo: JIPM/IM&C Internacional, 2000. 30p.
- Ishikawa, K. (1976). *Guide to Quality Control*. Asian Productivity Organization, New York.
- Ishikawa, K. (1985). *What is Total Quality Control?*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ.
- Moubray, John, *RCM II – Reliability Centred Maintenance*, Butterworth Heinemann, Oxford, 1991
- McCarthy, Dennis & Rich, Nick, *Lean TPM a blueprint for change*, 6ª ed. Amsterdam, Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004. ISBN10: 0750658576.
- Mizuno, S. (1988). *Management for Quality Improvement*, Productivity Press, Cambridge, MA.

Mata-Lima, H. (2007). Aplicação de Ferramentas da Gestão da Qualidade e Ambiente na Resolução de Problemas. Apontamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais. Universidade da Madeira (Portugal).

Nakasato, K. Segundo Curso de Formação de Instrutores de TPM. XV Evento Internacional de TPM. I.M.C Internacional Sistemas Educativos. 1994.

Nakajima, Seiichi. TPM development program implementing total productive maintenance. Cambridge, Mass: Productivity P, 1989. ISBN10: 0915299372

Nakajima, S. Introduction to TPM; Total Productivity Maintenance, Productivity Press, Cambridge, 1988

Nakajima, S. Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989.

Novaski, O., Sugai, M., & McIntosh, R. I. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. Gestão de Produção, 323-335.

Peneiro, Nelson. 2007. Lean Construction em Portugal – Caso de estudo de implementação do sistema de controlo da produção Last Planner, Dissertação de mestrado, Instituto Superior Técnico, Portugal.

Palmeira, J. N.; TENÓRIO, F. G. Flexibilização organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002. ISBN 85-225-0402-4.

Poppendieck, Tom; Poppendieck, Mary. 2006. Implementing Lean Software Development: From Concept to Cash. EUA: Addison-Wesley Professional

Pinto, Carlos Varela, Organização e Gestão da Manutenção. - Lisboa: Monitor – Projectos e Edições, Lda, 2002. - 2ª Edição.

Pinto, A. K.; XAVIER, J. N. - Manutenção: função estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

Reis, Tathiana. 2004. Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor: Estudos de caso. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil.

Shirose, Kunio. TPM for Operators. - Portland: Productivity Press, 1992. - ISBN: 1563270161.

Shingo, S. (1985). A revolution in manufacturing: The SMED System. Productivity Press. Novaski, O., Sugai, M., & McIntosh, R. I. (2007). Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. Gestão de Produção, 323-335.

Suzuki, T. TPM in process industries. Portland: Productivity Press Inc. 1994.

The productivity development team, OEE for operators; Shopfloor Series; 1999.

Tajiri, Masaji e Gotoh, Fumio. 1992. TPM Implementation - A Japanese Approach. [ed.] Gail F. Naven. Nova Iorque : Mc Graw-Hill, Inc, 1992. ISBN 0-07-062834-3.

Viana, H. R. G. - PCM, Planejamento e controle de manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

Womack, James; Jones, Daniel: 2003. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. 2ª ed. UK: Free Press Business.

Womack, James P.; Jones, Daniel T. & Roos, Daniel, 2007. The Machine That Changed The World – How Lean Production Revolutionized the Global Car Wars. UK: Simon & Schuster.

Willmott, Peter & McCarthy, Dennis. TPM - A Route to World Class Performance. - Butterworth - Heinemann, 2001. ISBN: 0750644478

McBride, David. 2003. The 7 Manufacturing Wastes. [internet]. Disponível em <http://www.emsstrategies.com/dm090203article2.html> [acedido a 06/06/2012]

Coelho, Amilton, *TPM – Manutenção Produtiva Total*, Grugeen – Grupo de Gestão Eficiente de Energia, 18 de Fevereiro de 2009.
Disponível em: <http://www.grugeen.eng.br/grugeen/TPM.pdf> acesso em 7 Julho de 2012

Venkatesh, J. An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). The Plant Maintenance resource Center, 2003. www.plant-maintenace.com/articles/tpm_intro.shtml acesso em 2 de Julho de 2012.

Williamson, Robert M. *The Basic Pillars of Total Productive Maintenance*. Maintenance Technology, 2000, <http://www.mt-online.com/component/content/article/183-october2000/611-the-basic-pillars-of-total-productive-maintenance.html?directory=90> acesso 4 de Julho de 2012

Silva, José Pedro Amorim Rodrigues. *OEE – A FORMA DE MEDIR A EFICÁCIA DOS EQUIPAMENTOS*. Website da *Lean em Portugal*. - Setembro de 2009.
<http://leanemportugal.webs.com/artigoswhitepapers.htm>. acesso 19 Junho 2012

ANEXOS

- Anexo A – Plano de Ações na implementação do TPM
- Anexo B – Instrução de Trabalho
- Anexo C – Instrução do Equipamento
- Anexo D – Instrução de Limpeza
- Anexo E – Plano ILL
- Anexo F - Registo de anomalias e oportunidade de melhoria
- Anexo G - Etiquetas Vermelhas e Azuis
- Anexo H – Registo da manutenção efetuada
- Anexo I – Registo para Auditoria

Anexo A. Plano de Ações do TPM

Plano de ações estabelecido no início da implementação da ferramenta TPM.

Nº	Ação	Responsável	Prazo Inicial	Novo Prazo	Status	Observações
1	Identificar máquina (bem visível)	José Santos			Finalizado	
2	Marcação no chão do local da máquina e áreas envolventes	José Santos			Finalizado	
3	Colocar ecopontos para resíduos líquidos e sólidos	José Santos			Finalizado	
4	Adquirir Kit limpeza	José Santos			Finalizado	
5	Definir Kit de ferramentas (ferramentas de uso mais frequente pela operação)	José Santos			Finalizado	
6	Adquirir Kit lubrificação	José Santos			Finalizado	
Oportunidades de melhoria no equipamento						
1	Substituição de uma das tampas de acesso ao depósito do fluido de corte por um tampa em policarbonato.	José Santos			Finalizado	Gestão visual para o operador poder inspecionar o estado e nível do fluido, assim como, fugas de óleo e tensão na correias de transmissão.
2	Abrir um novo ponto de escoamento para o fluido de corte	José Santos			Finalizado	Através da limpeza da máquina verificou-se que os pontos de escoamento do lubrificante não estão no local correto, porque a maior parte do fluido concentra-se no lado oposto.
3	Colocar nivelador no depósito do fluido de corte	José Santos			Finalizado	Gestão visual para o operador poder verificar o nível do fluido de corte
4	Otimização do aperto das mordças	José Santos			Finalizado	Objetivo: facilitar o aperto e redução do tempo setup
5	Otimização do batente	José Santos			Em Estudo	Objetivo: redução tempo setup
6	Colocar na base da área de trabalho um filtro em rede de aço inox	José Santos			Finalizado	Melhoria identificada durante o processo de limpeza inicial do equipamento. Constatou-se que com esta melhoria irá reduzir o tempo de limpeza do equipamento.
7	Colocar uma rede de aço inox no depósito do fluido lubrificante	José Santos			Finalizado	Permite remover de forma mais rápida todas as impurezas que se encontram no depósito, facilitando o processo de limpeza.
8	Colocar uma proteção junto ao sistema biela-manivela, acopolada no arco da serra.	José Santos			Finalizado	Permite proteger de forma mais eficaz o sistema da biela-manivela das limalhas que são projetadas pela lâmina
9	Otimização do processo da mudança de lâmina de corte	José Santos			Em estudo	Objetivo: redução tempo setup



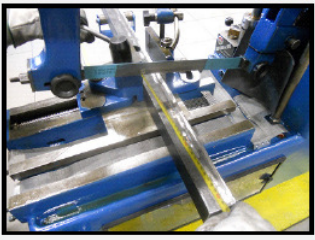

Anexo B. Instrução de Trabalho

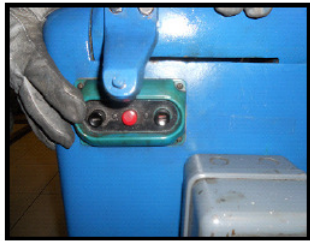
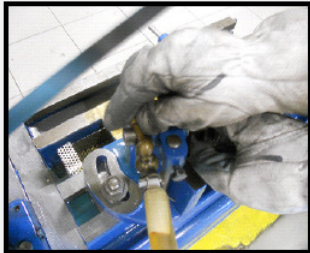
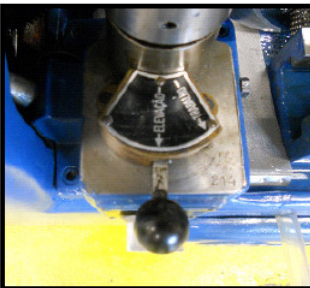


Descrição, passo a passo, de todas as etapas necessárias a realizar pelo operador na utilização do equipamento para a operação de corte.

✓ **AVISO!** Antes da operação de corte certifique-se que lê, entende e aplica as instruções de segurança encontradas no Manual de Instruções.

NOTA: Antes de operar com o equipamento, certas verificações e ajustes necessitarão de ser executados. É muito importante que estas instruções sejam seguidas cuidadosamente para que o equipamento seja iniciado em segurança e corretamente.

✓ **AVISO!** Certifique-se que o equipamento está desligado antes de fazer qualquer ajuste.

ACTIVIDADE	ELEMENTO	INSTRUÇÃO
1		<ul style="list-style-type: none"> • Verifique se existe algo que possa impedir o bom funcionamento do equipamento;
2		<ul style="list-style-type: none"> • Levantar o conjunto (arco+serra) manualmente ou em modo automático, ligando o movimento da serra e colocando a alavanca de seleção na posição de elevação, de modo, a obter altura suficiente para colocar o material na prensa;
3		<ul style="list-style-type: none"> • Coloque a matéria-prima na mesa, estabeleça o comprimento necessitado e fixe a matéria-prima com segurança. Para o corte em ângulo, ver o manual de instruções;
4		<ul style="list-style-type: none"> • Colocar a alavanca de seleção na posição de trabalho e ajustar a pressão específica de corte;

ACTIVIDADE	ELEMENTO	INSTRUÇÃO
5		<ul style="list-style-type: none"> • Selecionar a velocidade de corte e ligar o serrote;
6		<ul style="list-style-type: none"> • Após ligar o serrote deve-se ajustar o caudal do fluido de corte;
7		<ul style="list-style-type: none"> • Após o material estar totalmente cortado, colocar a alavanca de seleção na posição de elevação, esta fará com que a serra suba até à sua posição mais elevada e automaticamente o serrote desligará o movimento;
8		<ul style="list-style-type: none"> • Desligar o equipamento no interruptor geral e retirar o material;
9		<ul style="list-style-type: none"> • No final da utilização é necessário arrumar o material e proceder à limpeza das limalhas provenientes do trabalho efetuado, com ajuda de uma vassoura/pincel e um apanhador.

AVISO! Nunca eleve a cabeça com o equipamento em funcionamento.

Anexo C. Instrução do Equipamento

Descrição da função de cada elemento constituinte do serrote mecânico alternativo, com reforço visual para facilitar o seu reconhecimento e localização.

INSTRUÇÃO DE EQUIPAMENTO

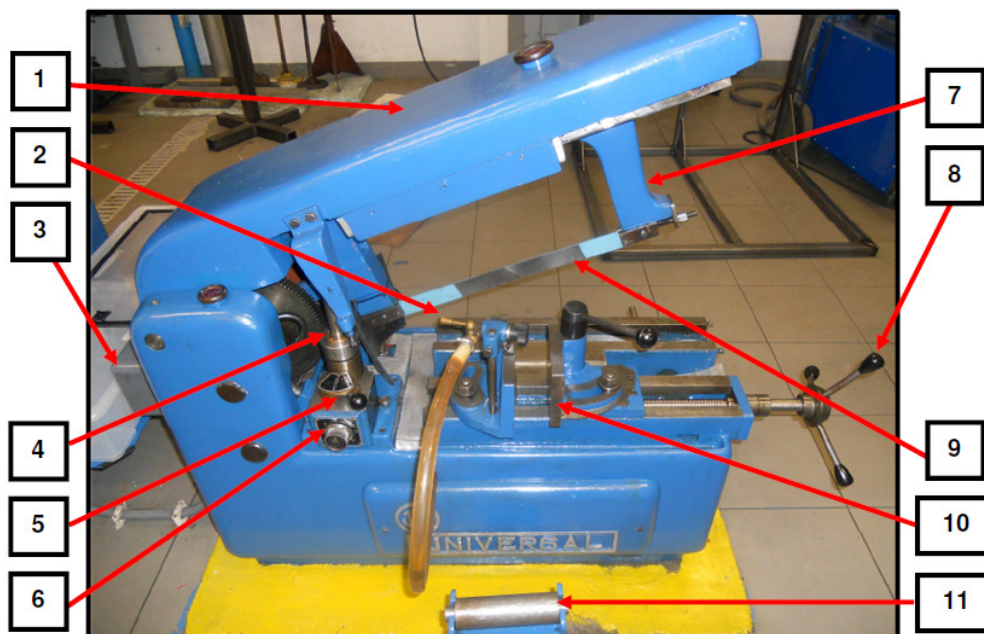

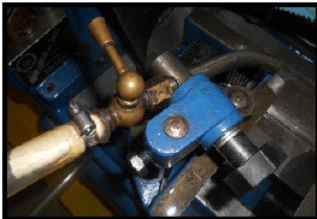

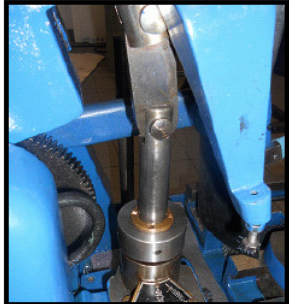
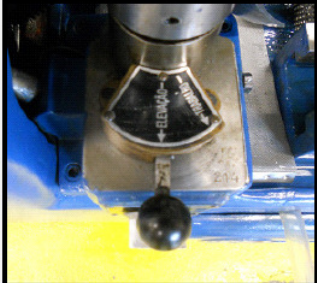
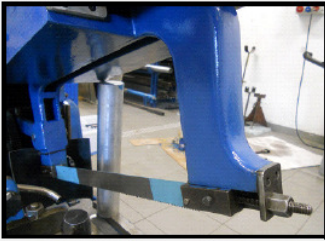


Figura 1 – Elementos Constituintes do Serrote Mecânico Alternativo

Legenda:

1. Arco da serra;
2. Torneira do óleo de refrigeração;
3. Interruptor geral;
4. Cilindro hidráulico;
5. Alavanca de seleção de elevação/trabalho;
6. Manípulo de regulação da pressão específica/velocidade de corte;
7. Patim da serra;
8. Manípulo de ajuste das mordaças;
9. Serra;
10. Mordaças para fixação dos materiais;
11. Espreguiçadeira para apoio dos materiais a cortar.




ELEMENTO	IMAGEM	FUNÇÃO
Arco da Serra		<ul style="list-style-type: none"> • Parte do equipamento que serve tanto para dar o movimento de corte da serra, arrastando-o sobre o seu movimento vaivém, de forma a dar o movimento de avanço, a descer contra a matéria-prima.
Torneira do Óleo de Refrigeração		<ul style="list-style-type: none"> • Elemento no qual pode-se variar o caudal do fluido de corte.
Interruptor Geral		<ul style="list-style-type: none"> • Como o nome indica, é o interruptor no qual se liga e desliga o equipamento.
Cilindro Hidráulico		<ul style="list-style-type: none"> • Elemento que irá ter duas funções: Primeiro irá dar o avanço (designado pelo operador) para o arco da serra. O segundo irá elevar (se o operador desejar) o mesmo até ao ponto máximo.
Alavanca de Seleção de Elevação ou Trabalho		<ul style="list-style-type: none"> • Na posição de trabalho o arco da serra irá descer sobre a matéria-prima e na posição de elevação irá se elevar até ao ponto máximo.

ELEMENTO	IMAGEM	FUNÇÃO
Manípulo de Regulação da Pressão Específica/ Velocidade de Corte		<ul style="list-style-type: none"> Manípulo onde o operador irá regular a pressão (avanço) do arco da serra sobre a matéria-prima.
Patim da Serra		<ul style="list-style-type: none"> Estrutura na qual irá estar fixada a lâmina.
Manípulo de Ajuste das Mordças		<ul style="list-style-type: none"> Manípulo onde o operador irá fixar a matéria-prima para o corte.
Serra		<ul style="list-style-type: none"> Elemento que irá efetuar o corte da matéria-prima.
Mordças de Fixação dos Materiais a Cortar		<ul style="list-style-type: none"> Prensa onde estará fixada a peça; poderá ser regulado de 0° até 45°.
Espreguiçadeira		<ul style="list-style-type: none"> Elemento de apoio quando a matéria-prima tiver um comprimento elevado.

Anexo D. Instrução de Limpeza



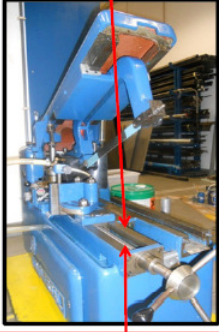

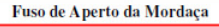


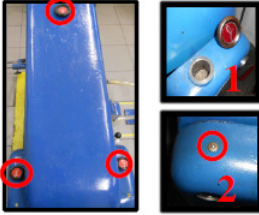




Descrição do procedimento de limpeza para cada elemento do equipamento, assim como, as ferramentas e os EPI'S a utilizar em cada um dele.

ELEMENTO	IMAGEM	INSTRUÇÃO	FERRAMENTAS	EPI'S	CUIDADOS
BANCADA		<ul style="list-style-type: none"> • Limpar e remover todas as limalhas originadas pela operação de corte em toda a extensão da bancada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pincel com petróleo • Pano seco • Aspirador 	<ul style="list-style-type: none"> • Luvas • Fato Limpeza • Óculos de proteção 	<ul style="list-style-type: none"> • Inicialmente deve-se retirar os diversos filtros que estão sobre a bancada para remover as limalhas existentes e colocar no recipiente indicado; • Usar pincel, pano e aspirador para limpar as limalhas mais finas que tenham ultrapassado os filtros; • Nunca usar desperdícios ou ar comprimido na limpeza.
DEPÓSITO DE ÓLEO		<ul style="list-style-type: none"> • Retirar o filtro que se encontra no topo do depósito para remover as impurezas; • Remover o fluido contaminado do interior do depósito com ajuda de uma bomba manual e colocar no recipiente adequado; 	<ul style="list-style-type: none"> • Chaves nº. 1 ou 3 • Recipiente "ÓLEOS USADOS" • Bomba manual • Pano seco 	<ul style="list-style-type: none"> • Luvas • Fato limpeza • Óculos de proteção 	<ul style="list-style-type: none"> • Remover o fluido contaminado quando a bancada estiver limpa e seca; • Colocar o fluido contaminado no recipiente indicado de forma a poder ser eliminado de acordo com as normas legislativas;

		<ul style="list-style-type: none"> • Desapertar o depósito, retirar a correia de transmissão e retirar o depósito; • Limpar bem os resíduos ainda existentes no interior do depósito e lavar com ajuda de um pincel com petróleo e um pano seco. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pincel com petróleo 		<ul style="list-style-type: none"> • Ao colocar de novo o depósito tenha em atenção à folga excessiva da correia de transmissão.
<p>ARCO DA SERRA</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Limpar os barramentos e as guias com um pincel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pincel com petróleo • Almotolia 	<ul style="list-style-type: none"> • Luvas • Fato limpeza • Óculos de proteção 	<ul style="list-style-type: none"> • Limpar as guias e barramentos com o pincel. • Adicionar óleo especificado, caso necessário (ver plano ILL).
<p>SISTEMA DE ENGRENAGENS</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Limpar as engrenagens com ajuda do aspirador e pincel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspirador • Pincel com petróleo 	<ul style="list-style-type: none"> • Luvas • Fato Limpeza • Óculos de proteção 	<ul style="list-style-type: none"> • Usar o aspirador para retirar as limalhas que tenham sido projetadas pela operação de corte.





Anexo E. Plano ILL






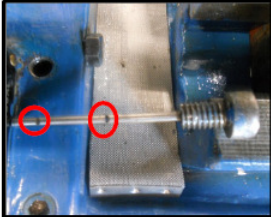

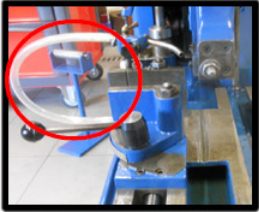


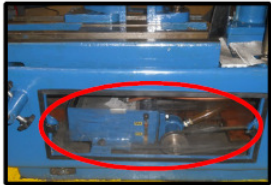




Plano pelo qual o operador se deve orientar para realizar as instruções de inspeção, limpeza e lubrificação do equipamento, de forma a manter as condições ideais de trabalho do mesmo.

Máquina: Serrote Mecânico Alternativo		Legenda:					
Elaborado por: José Santos		👁️ Inspeção 🔧 Intervenção 🗑️ Limpeza 💧 Lubrificação					
Nº OP	Elemento	Ajuda Visual	Tipo Acção	Meios	Instrução	Tempo Previsto	Frequência
1	Bancada	MAU ESTADO 		Visual	• Verificar o estado da área de trabalho na necessidade de limpeza da mesma.	30 seg.	Sempre que necessário, no início e no fim de cada operação
		BOM ESTADO 		Manual	<ul style="list-style-type: none"> • Remover e limpar filtros. • Limpar a mesa de toda a sujidade (limalhas) usando o pincel e o aspirador. 	5min.	Se confirmado pela inspeção visual
2	Lubrificação do Fuso de aperto da Prensa e Barramentos	Barramentos 		Visual	• Verificar o estado da lubrificação nas guias e barramentos bem como a sua limpeza.	30seg.	1x dia
		Fuso de Aperto da Mordça 		Óleo lubrificante Maccurat 220 (BP)	• Lubrificação das guias e barramentos utilizando a almotolia.	1min.	Se necessário
3	Batente			Massa Lubrificante Energrease HTG 461M	• Lubrificação dos veios que compõem o batente.	1min.	1xmês
4	Lubrificação nos diferentes pontos de contacto mecânico (Guias e chumaceiras)			Visual	• Verificar o nível do óleo através dos depósitos localizados na figura à esquerda e pelo estado da lubrificação das partes envolvidas.	1min.	1xmês
				1. Óleo lubrificante Enersyn SG – XP460 (BP) 2. Massa Lubrificante Energrease HTG 461M Óleo 1. Desligar Máquina. 2. Tirar tampa para atestar o óleo. 3. Colocar óleo pela metade; 4. Pressionar várias vezes a tampa até criar vácuo. Massa 1. Pressionar a "pistola" (ferramenta 9) sobre a válvula e colocar a massa.	1min.		
5	Sistema de Elevação e Trabalho do Arco mais Serra			Visual	• Verificar a existência de alguma fuga no cilindro hidráulico.	30seg.	1xmês

Máquina: Serrote Mecânico Alternativo





Elaborado por: José Santos

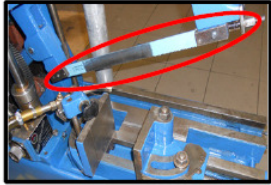


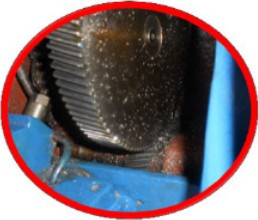


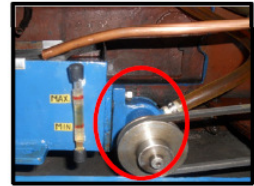
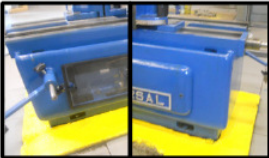
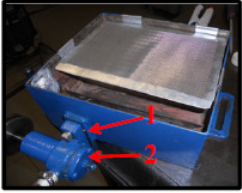



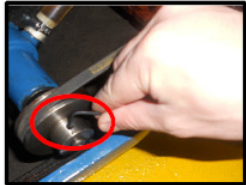


Legenda:
 Inspeção
 Limpeza
 Intervenção
 Lubrificação

Nº OP	Elemento	Ajuda Visual	Tipo Acção	Meios	Instrução	Tempo Previsto	Frequência
5	Sistema de Elevação e Trabalho do Arco mais Serra			Manual (ferramentas n.º 8 e 7)	Mudança dos vedantes 1. Usar as duas ferramentas para desapertar o anel superior; 2. Usar as mesmas ferramentas para desapertar o anel inferior; 3. Mudar os vedantes; 4. Recolocar os anéis e rosá-los bem com as ferramentas utilizadas anteriormente.	5min.	1xano
							
				Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar o nível do óleo no depósito do cilindro hidráulico. 	1min.	2xano
				Óleo lubrificante Energol HPL - HM46	<ul style="list-style-type: none"> • Se o nível estiver perto do mínimo, colocar mais óleo até ao limite máximo; utilizar ferramenta 10 para o desaperto da vareta. 	2min.	Se necessário
6	Sistema de Arrefecimento da Operação de Corte			Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar se existe alguma fuga na mangueira do óleo lubrificante 	30seg.	1x mês
				Manual	Substituição do troço da mangueira: 1. Desligar máquina. 2. Tirar mangueira de ambas os locais onde se encontra fixada (torneira e bomba). 3. Substituir troço. 4. Utilizar ferramenta 6 para o aperto/desaperto das braçadeiras.	5min.	Se necessária substituição
7	Nível do depósito de óleo de arrefecimento			Visual	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar o nível do óleo e se o filtro está obstruído com sujidade. Se sim, deve-se retirar o filtro para limpeza e atestar o depósito até ao nível máximo. 	30seg.	1x mês
				Manual	1. Abrir a tampa de acesso 2. Retirar filtro 3. Colocar limalhas no recipiente indicado	2min.	Se necessário
				Fluido de Corte Solúvel Microtrend 231L	<ul style="list-style-type: none"> • Encher depósito com fluido de corte até atingir o nível máximo, observando depois em funcionamento se é necessário acrescentar mais algum. 	3min.	Se necessário

Máquina: Serrote Mecânico Alternativo

Elaborado por: José Santos

Legenda:
 Inspeção
 Limpeza
 Intervenção
 Lubrificação

Nº OP	Elemento	Ajuda Visual	Tipo Acção	Meios	Instrução	Tempo Previsto	Frequência
8	Lâmina de Corte			Visual	• Verificar o estado da lâmina (dentes).	30seg.	
				Chave de bocas (Ferramenta nº1 ou 3)	• Substituir lâmina se apresentar desgaste suficiente para afetar a condição de corte.	3min.	Se necessário
9	Transmissão do movimento Biela-Manivela			Visual	• Verificar o estado de lubrificação e limpeza.	1min.	Trimestral
				Lubrificante para Engrenagens Abertas ENERGOL OGL 461	• Colocar o lubrificante, após efetuar uma limpeza superficial, no local de contacto das engrenagens.	2min.	Trimestral
10	Bomba Mecânica do Fluido de Corte	  		Visual	• Verificar se existe alguma fuga na bomba mecânica.	30seg.	Semanal
				Chave de bocas (Ferramentas nº6, nº2 ou 5, nº1 ou 3 e nº4)	1. Retirar mangueira da torneira (ferramenta nº6); 2. Abrir ambas as tampas de acesso (ferramenta nº2 ou 5); 3. Retirar o conjunto (depósito do óleo + bomba) depois de o líquido ser retirado (ferramenta nº1 ou 3); 4. Retirar a bomba do conjunto (usar ferramenta nº4); 5. Verificar o estado dos vedantes (pontos 1 e 2) e se necessário substituí-los; 6. Voltar a colocar todos os elementos seguindo os passos anteriores.	10min.	Se necessário
11	Correia de transmissão do motor e Bomba do óleo de arrefecimento	 		Visual	• Verificar o estado de desgaste da correia, assim como, se apresenta sinais de folga.	1min.	1xano
				Chave de umbraco (ferramenta nº14)	1. Ajustar a posição do depósito do fluido de corte, de modo, a eliminar a folga existente. 2. Utilizar a ferramenta nº.14, de modo a ajustar a posição da polia para que a correia fique na perpendicular ao motor.	2min.	1xano

Anexo F. Registo de anomalias e oportunidades de melhoria

Registo mútuo entre os operadores da produção e manutenção, de modo a poder registar e acompanhar o estado das não-conformidades e oportunidades de melhoria identificadas, segundo as responsabilidades afetadas a cada área.

Anexo G. Etiquetas Vermelhas e Azuis

Estas etiquetas servem para os operadores registar as não-conformidades identificadas. As etiquetas vermelhas referem-se a não-conformidades que não podem ser resolvidas pelos próprios operadores. As etiquetas azuis são para registo de não-conformidades de simples correção e que podem ser efetuadas pelo operador.

isep **5'S**

ETIQUETA DE NÃO CONFORMIDADE

Número	Secção
Posto de trabalho:	
Data de detecção:	
Detectado por:	

DESCRIÇÃO DA NÃO-CONFORMIDADE

Atenção: registar na folha de registo e controlo de etiquetas a não-conformidade detectada.

isep **5'S**

ETIQUETA DE NÃO CONFORMIDADE

Número	Secção
Posto de trabalho:	
Data de detecção:	
Detectado por:	

DESCRIÇÃO DA NÃO-CONFORMIDADE

Atenção: registar na folha de registo e controlo de etiquetas a não-conformidade detectada.

Anexo H. Registo da manutenção efetuada


Este documento serve para registar todas as manutenções efetuadas no equipamento, segundo o planeamento definido no plano ILL.

Anexo I. Registo para Auditoria

Documento a ser utilizado por um auditor durante uma auditoria ao local de trabalho, com o intuito de poder observar e avaliar os itens fundamentais. Além disso, poderá corrigir desvios nos padrões definidos na implementação das ferramentas de melhoria e sugerir oportunidades de melhoria depois de um pequeno diálogo com o operador.

5S Auditoria – Check List

Local Avaliado:		Data:					
Auditor (es):							
Legenda							
1 – Mau 2 – regular 3 – Bom 4- Ótimo N.A. – Não Aplicável							
Utilização	Itens a Avaliar	Nota →	1	2	3	4	NA
	1. No local existem somente materiais e/ou objetos necessários para a execução do trabalho?						
	2. Existe material não conforme no local de trabalho?						
	3. O aspeto visual do local demonstra ser agradável (sem aglomerados de coisas)?						
	4. O acesso a itens utilizados todos os dias e a toda a hora está adequado?						
	5. Existe vazamentos de ar, água, óleo ou fuga de energia? Se encontrado atribuir nota 0 .						
		Média da Pontuação →					
Organização	Itens a Avaliar	Nota →	1	2	3	4	NA
	6. Existe materiais espalhados nos corredores, chão, mesa, etc.?						
	7. Os materiais estão organizados, livres de deterioração, oxidação, humidade, quedas, etc.?						
	8. Os materiais estão em locais próprios e bem localizados facilitando o seu acesso?						
	9. Produtos em geral, equipamentos, materiais estão identificados corretamente?						
	10. De modo geral, o aspeto visual do local transmite o ar de organização?						
		Média da Pontuação →					
Limpeza	Itens a Avaliar	Nota →	1	2	3	4	NA
	11. Existe equipamentos, instrumentos, ferramentas, dispositivos, etc., sujos ou em mau estado de conservação?						
	12. Existe óleo, água ou produto químico, derramado pelo chão?						
	13. Os produtos existentes no processo estão sujos a ponto de prejudicar ou comprometer a sua qualidade?						
	14. Está legível a sinalização de segurança?						
	15. Paredes, máquina ou equipamentos em geral necessitam de pintura ou limpeza?						
	16. Existe lixo em geral espalhado pelo chão?						
	17. De modo geral o local passa a impressão de ser um ambiente limpo?						
		Média da Pontuação →					

 Instituto Superior de Engenharia do Porto	OFICINAS MECÂNICAS	LOM - 04
	5S Auditoria – Serrote Alternativo	

Equipamento Avaliado:		Data:					
Auditor (es):							
Legenda 1 – Mau 2 – regular 3 – Bom 4- Ótimo N.A. – Não Aplicável							
Padronização	Itens a Avaliar	Nota →	1	2	3	4	NA
	18. O equipamento possui padrões de trabalho?						
	19. O equipamento possui kits de limpeza, lubrificação e ferramenta?						
	20. Existe padronização das faixas de segurança?						
	21. O operador está a usar equipamentos de proteção e segurança (luvas, máscaras)?						
	22. O equipamento está com a pintura conservada?						
	21. De modo geral o local passa a impressão de ser um local padronizado?						
Média da Pontuação →							
Disciplina	Itens a Avaliar	Nota →	1	2	3	4	NA
	22. Os objetos e equipamentos são guardados após o uso, em locais determinados e apropriados?						
	23. Na mudança de turno e após o turno de trabalho, o padrão de organização mantém-se?						
	24. No local de trabalho, todas as condições estão seguras, livre de acidentes?						
	25. De modo geral o local passa a impressão de ser um ambiente disciplinado?						
Média da Pontuação →							
Média Geral do Equipamento →							

Observações:

Elaborado por: José Santos	Dissertação do Mestrado em Engenharia Mecânica Gestão Industrial	Pág. 2/2
----------------------------	---	----------