

Aplicação de uma metodologia *Lean* ao serviço da manutenção numa empresa do sector alimentar

MIGUEL JORGE CARAPINHA DOS SANTOS
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Júri:

Presidente: Doutor Silvério João Crespo Marques

Vogais: Doutor Tiago Miguel Santa Rita Simões de Pinho

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Outubro de 2018



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Mecânica

ISEL

Aplicação de uma metodologia *Lean* ao serviço da manutenção numa empresa do sector alimentar

MIGUEL JORGE CARAPINHA DOS SANTOS
(Licenciado em Engenharia Mecânica)

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Orientador:

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Júri:

Presidente: Doutor Silvério João Crespo Marques

Vogais: Doutor Tiago Miguel Santa Rita Simões de Pinho

Doutor António João Pina da Costa Feliciano Abreu

Outubro de 2018

À minha família.

Agradecimentos

A conclusão desta tese de mestrado significa o fim de um ciclo na minha vida. Desta forma, gostaria de expressar a minha gratidão aquelas pessoas que estiveram sempre presentes durante esta fase.

Ao meu orientador, Prof. António Abreu por ter aceite ser meu orientador e por me ter dado a motivação necessária para realizar este trabalho.

Gostaria também de agradecer à Direção da Seda Ibérica- Embalagens, por ter autorizado a realização do caso de estudo na organização.

Ao engenheiro Pedro Barbosa (responsável TPM da fábrica), ao engenheiro Sérgio Paralta (responsável sector manutenção) e a todos os técnicos de manutenção, pelo acompanhamento dentro da organização, pela disponibilidade e apoio demonstrado ao longo do tempo e da realização deste trabalho.

À minha família, principalmente à minha mãe e irmã pelo amor, força, motivação e coragem que me transmitiram todos os dias, como sempre o fizeram durante toda a vida.

À minha namorada, pelo carinho e apoio, assim como toda a paciência nos meus momentos mais complicados.

Aos meus amigos, pela compreensão das minhas ausências.

A todos vocês, agradeço por fazerem parte da minha vida e contribuírem para que diariamente trabalhe para ser uma pessoa melhor.

Glossário / Lista de Acrónimos / Lista de Siglas

5W2H - What, Why, Where, When, Who, How, How Much

EN- Norma Europeia

EPI's - Equipamentos Proteção Individual

HST - Higiene e Segurança no Trabalho

IASVP - Identificação, Análise, Solução, Verificação, Padronização

IMVP- Internacional Motor Vehicle Program

JIPM- Japanese Institute of Plant Maintenance

JIT - Processo Just In Time

JT - Jornada de Trabalho

JUSE – Union of Japanese Scientists and Engineers

KPI - Key Performance Indicator

MDT- Mean Down Time

MIT - Massachusetts Institute of Technology

MTBM- Mean Time Between Maintenance

NP - Norma Portuguesa

OEE – Overall Equipment Effectiveness

PC - Produtos Conformes

PDCA – Plan, Do, Check, Act

PT - Produção Total

TBD - Tempo de Baixo Desempenho

TEO - Tempo Efetivo de Operação

TMC - Toyota Motors Company

TPI - Taxa Produção Ideal

TPM – Total Productive Maintenance

TPM – Total Productive Maintenance

TPN - Tempo de Paragem não Programadas

TPN - Tempo de Paragem não Programadas

TPR - Taxa de Produção Real

TPR - Taxa de Produção Real

TPS – Toyota Production System

USDA - Departamento de Agricultura dos Estado Unidos

VSM - Value Stream Mapping

Resumo

Atualmente, e com a competitividade entre empresas, onde o preço de venda dos produtos é excessivo em comparação com a sua produção e os clientes não querem pagar esse custo, faz com que as empresas optem por medidas para evitar o desperdício dos mesmos, rentabilizando-os ao máximo na sua cadeia de valor. A manutenção industrial tem ganho, cada vez mais, importância nas empresas. Com um maior consumo, venda e produção as exigências atuais obrigam os responsáveis pela manutenção a procurarem novas formas de organização, utilizando técnicas e metodologias que normalmente são utilizadas na gestão de outras áreas funcionais de empresas. A filosofia *Lean*, foi um dos métodos encontrados para identificar e eliminar os desperdícios pelo excesso fabrico, melhorando o processo produtivo. Contém várias ferramentas, podendo ser aplicadas em diversas áreas, uma dessas, a manutenção, onde se pretende que os equipamentos operem sem interrupções e que obtenham uma produção de qualidade, sendo estas utilizadas na identificação de desperdícios, criação de valor, realização de planeamento, melhoria do sistema de trabalho na organização e até no próprio desenvolvimento dos trabalhadores.

A presente dissertação de mestrado visa mostrar a aplicabilidade das metodologias comuns da filosofia *Lean* na manutenção industrial, e as ferramentas utilizadas para identificar os desperdícios e a sua criação de valor. Ainda assim, visa melhorar o desempenho nas atividades da manutenção industrial, envolvendo também a produção, serviços administrativos, recursos humanos, segurança, entre outros. No âmbito da sua realização estabeleceu-se como objetivo o estudo de melhoria do serviço de manutenção de uma empresa do ramo alimentar. Foi efetuado um levantamento e uma análise pormenorizada de informações relativas a uma linha de produção específica, que serviu de elemento principal de estudo. Todavia na análise das atividades de manutenção foram utilizadas algumas ferramentas da metodologia *Lean*, sendo propostas soluções que visam reduzir ou eliminar estes desperdícios identificados, e as soluções apresentadas surgiram através da aplicação de ferramentas analíticas da própria metodologia: 5Whys, *Kaizen*; PDCA (*plan-do-check-act*); TPM (manutenção autónoma), diagrama Ishikawa e diagrama Pareto.

As soluções apresentadas da sua aplicação dispõem-se em curto-prazo, médio-prazo e a longo-prazo.

Palavras-chave: Metodologia, Ferramentas *Lean*, Manutenção Industrial, Soluções *Lean*, Melhoria
Continua

Abstract

Nowadays, and with the competitiveness between companies, where the selling price of the products is excessive compared to their production, and customers do not want to pay this cost, it makes companies choose measures to avoid waste of them, making them the most in their value chain. Industrial Maintenance has gained, increasingly, importance in companies. With higher consumption, sales and production, current demands the obligation of maintenance managers seek new forms of organization, using techniques and methodologies that are normally used in the management of other functional areas of companies. The *Lean* philosophy was one of the methods to identify and eliminate wastes by excessive manufacturing, improving the production process. It contains several tools and can be applied in several areas, one of them, maintenance, where the equipment is intended to operate without interruptions and to obtain a quality production, and these being used in the identification of waste, creation of value, realization of planning, improvement of the work system in the organization and even in the workers own development. This dissertation for the master degree have aims to show the applicability of common of Lean philosophy methodologies on industrial maintenance, and the tools used to identify waste and its value creation. Nevertheless, it aims to improve performance in industrial maintenance activities, also involving production, administrative services, human resources, security, among others. In the context of its accomplishment, the objective was to study the improvement of the maintenance service of a food company. A performed detailed survey and analysis of information on a specific production line was carried out, which was the main element of the study. However, in the analysis of the maintenance activities, some tools of the Lean methodology were used, and solutions were proposed that aim to reduce or eliminate these identified wastes, and the presented solutions appeared through the application of analytical tools of the methodology itself: 5Whys, Kaizen; PDCA (plan-do-check-act); TPM (autonomous maintenance), Ishikawa diagram and Pareto diagram. The solutions presented in its application are available in short-term, medium-term and long-term.

Key words: Methodology, *Lean* Tools, Industrial Maintenance Analysis, Continuous Improvement Solutions

Índice

Capítulo 1 - Introdução.....	1
1.1-Motivação	1
1.2-Objetivos	1
1.3-Enquadramento	2
1.4-Importância da manutenção	2
1.5-Estrutura da dissertação	3
Capítulo 2 – Manutenção Industrial	5
2.1-Evolução Histórica da Manutenção	5
2.1.1- Tipos de Manutenção	7
2.1.2- Normas da Manutenção	9
2.2- Lean.....	9
2.2.1- Filosofia <i>Lean Thinking</i>	10
2.2.2- Significado de Valor.....	14
2.2.3- Significado Desperdício	15
2.3- Ferramentas <i>Lean</i> Identificadas	21
2.3.1- 5S.....	21
2.3.2- <i>Kaizen</i>	24
2.3.3- Diagrama de <i>Pareto</i>	24
2.3.4- Diagrama de Ishikawa	25
2.3.5- Brainstorming	26
2.3.6- 5W2H	27
2.3.7- 5Why's	28
2.3.8- 4M.....	30
2.3.9- Relatório A3	31
2.3.10- OPL's (<i>One Point Lesson 's</i>).....	32
2.4- TPM – <i>Total Productive Maintenance</i>	33
2.4.1- Perdas do TPM	36
2.4.2- Pilares do TPM	37
2.4.3- Indicadores de desempenho -OEE.....	40
2.4.4- Indicadores de Desempenho da Manutenção	43
Capítulo 3 – Modelo IASVP	45
	XI

3.1- Metodologia PDCA	45
3.2- Proposta do Modelo IASVP.....	52
3.2.1- Ferramentas <i>Lean</i> para implementação do modelo IASVP	54
3.2.2- Processo de implementação do Modelo IASVP.....	55
Capítulo 4 – Caso Estudo	57
4.1- Apresentação da Empresa – SEDA Ibérica	57
4.1.1- Descrição das Atividades Industriais.....	59
4.1.2- SEDA Ibérica e o TPM.....	62
4.1.3- Sector de Manutenção	63
4.2- Medidas de Análise do Caso de estudo	64
4.3- Aplicação do modelo IASVP.....	66
4.3.1- 1ª Fase – Identificação do Problema.....	66
4.3.2- 2ª Fase- Análise do Problema.....	75
4.3.3- 3ª Fase – Solução do Problema.....	83
4.3.4- 4ª Fase – Verificação de Resultados.....	86
4.3.5- 5ª Fase – Padronização	89
4.4- Conclusão Caso Estudo.....	92
Capítulo 5 – Conclusões e trabalhos futuros	93
5.1 Conclusões	93
5.2 Desenvolvimentos futuros.....	94

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1-Tipos de Manutenção (EN13306, 2010).....	7
Figura 2. 2- Casa TPS (House of Toyota Productive System)	13
Figura 2. 3- Os três MU's identificados pelo sistema TPS (Toyota Production System) ...	16
Figura 2. 4- Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios.....	17
Figura 2. 5- Eliminar os 8 Desperdícios	20
Figura 2. 6- 5S	22
Figura 2. 7- Seiri- Senso de Utilização e Classificação.....	23
Figura 2. 8- Método de Classificação ABC.....	25
Figura 2. 9- Diagrama Ishikawa	26
Figura 2. 10 - Ilustração da ferramenta Brainstorming	27
Figura 2. 11- Análise 5Why's	29
Figura 2. 12- Processo da Análise 5Why's.....	30
Figura 2. 13- Exemplo de elaboração de um Relatório A3	32
Figura 2. 14- Exemplo de elaboração de OPL (<i>One Point Lesson</i>)	33
Figura 2. 15- Significado das siglas TPM	34
Figura 2. 16- 16 Perdas TPM	36
Figura 2. 17- 8 Pilares TPM	38
Figura 2. 18- Perdas e Objetivos (OEE).....	41

Capítulo 3

Figura 3. 1- Sequência linear <i>Plan- Do- See</i>	46
Figura 3. 2- Ciclo Shewhart.....	46
Figura 3. 3- Ciclo de Shewhart para processos repetitivos de melhoria.....	47
Figura 3. 4- Ciclo PDSA	47
Figura 3. 5- Ciclo PDCA 6 etapas	48
Figura 3. 6- Melhoria contínua de desempenho/ performance	49
Figura 3. 7- Fluxograma da metodologia PDCA.....	51
Figura 3. 8- Interligação entre o modelo PDCA e IASVP	52

Capítulo 4

Figura 4. 1- Clientes da SEDA Ibérica	58
Figura 4. 2- Copos de Cartão (protótipo)	59

Figura 4. 3- Embalagens de Cartão (protótipo)	59
Figura 4. 4- 1ª Etapa do Processo de Produção de Copos	59
Figura 4. 5- 2ª Etapa do Processo de Produção de Copos	60
Figura 4. 6- Diagrama de Fabrico de Produção de “copos de cartão”	60
Figura 4. 7- Diagrama de Fabrico de Produção de “embalagens de cartão”	62
Figura 4. 8- Organigrama do departamento de Manutenção	64
Figura 4. 9- Registo de Intervenção de Manutenção (RIM)	65
Figura 4. 10- Revisão e atualização das Tarefas de Manutenção Preventiva.....	65
Figura 4. 11- Plano de Manutenção Preventiva.....	65
Figura 4. 12- Gráfico horas de manutenção corretiva na SEDA Ibérica (2015-2016).....	67
Figura 4. 13- Gráfico Taxa de Avarias no sector Offset (2015-2016)	68
Figura 4. 14- Objetivo do modelo IASVP	68
Figura 4. 15- Processo de gravação da chapa de impressão no Compute To Plate (CTP)..	69
Figura 4. 16- Colocação da chapa de impressão na grade do corpo de impressão.....	70
Figura 4. 17- Esquema de rolos do corpo de impressão	70
Figura 4. 18- Zona de secagem da impressão.....	71
Figura 4. 19- Gráfico nº de Intervenções de Manutenção Corretiva (OFFSET 7- 2017)....	72
Figura 4. 20- Gráfico Horas de Intervenções de Manutenção Corretiva (OFFSET 7-2017)	72
Figura 4. 21 - Gráfico nº de Intervenções de Manutenção Corretiva por má utilização do operador - OFFSET 7 - Ano 2017	72
Figura 4. 22- Principais zonas do equipamento OFFSET 7	73
Figura 4. 23- Gráfico Pareto – Nº de Avarias por Local de Máquina	74
Figura 4. 24- Gráfico Pareto - Horas de Manutenção Corretiva por Local de Máquina.....	74
Figura 4. 25- Espectro da luz.....	77
Figura 4. 26- Desenho técnico da zona da cassette de secagem.....	78
Figura 4. 27- Desenho técnico do módulo UV da cassette de secagem	79
Figura 4. 28- Gráfico nº de avarias no equipamento OFFSET 7 na zona de secagem.....	80
Figura 4. 29- Gráfico nº avarias por componente na zona de secagem no equipamento OFFSET 7.....	80
Figura 4. 30- Gráfico causas de avaria na Ficha Harting do equipamento OFFSET 7	81
Figura 4. 31- Análise 4M no equipamento OFFSET 7	81
Figura 4. 32- Gráfico radar da análise 4M	82

Figura 4. 33- Gestão visual da solução proposta.....	85
Figura 4. 34- Plano manutenção preventiva efetuado no ano 2017.....	86
Figura 4. 35- Gráfico nº de intervenções de manutenção corretiva (OFFSET 7- 2017/2018).....	87
Figura 4. 36- Gráfico evolução de registo de intervenção de manutenção (Registo Produção vs Registo Manutenção)	87
Figura 4. 37- Média horas de manutenção corretiva no equipamento OFFSET 7	88
Figura 4. 38- Média horas de manutenção corretiva na zona de secagem no equipamento OFFSET 7.....	88
Figura 4. 39- Gráfico nº intervenções na Ficha Harting no equipamento OFFSET 7.....	88
Figura 4. 40- Gráfico Taxa de Avarias no equipamento OFFSET 7.....	89
Figura 4. 41- OPL- Posicionamento da Cassete UV/IR	90
Figura 4. 42- Procedimento para retirar ou introduzir cassetes UV/IR no máquina OFFSET 7 KBA	91
Figura 4. 43- Relatório A3 aplicado ao modelo IASVP.....	91

Índice de Tabelas

Capítulo 2

Tabela 2. 1- Evolução da Manutenção (Moubray, 1996).....	5
Tabela 2. 2-Normas Manutenção (NP 4492, 2010).....	9
Tabela 2. 3- <i>Takt</i> Time e Capacidade de Produção	14
Tabela 2. 4- Atividades que acrescentam e não acrescentam valor.....	18
Tabela 2. 5- Evolução cronológica JIPM - <i>Japanese Institute of Plant Maintenance</i> (JIPM, 2018).....	35
Tabela 2. 6- Indicadores técnicos de manutenção nível 3 (EN 15341, 2009).....	43
Tabela 2. 7- Fatores e Definições de Indicadores Técnicos de Manutenção (EN 15341, 2009).....	44

Capítulo 3

Tabela 3. 1- Ferramentas Lean que possam ser aplicadas ao modelo IASVP.....	54
Tabela 3. 2- Processo do modelo IASVP	55

Capítulo 4

Tabela 4. 1-Ferramenta 5W aplicada ao caso estudo	67
Tabela 4. 2- Descrição do problema e identificação da ocorrência do mesmo	75
Tabela 4. 3- Análise avançada 5Why's (ver anexo III)	82
Tabela 4. 5- Plano de ação com a ferramenta 5W2H	84
Tabela 4. 6- Resultados obtidos no modelo IASVP aplicado ao caso de estudo	92

Capítulo 1 - Introdução

1.1-Motivação

A escolha deste tema está relacionada com a utilidade profissional que a abordagem temática nos possa proporcionar. Como colaborador no sector de manutenção e tendo conhecimento das solicitações (muitas com carácter urgente) efetuadas pelos outros sectores de produção, pretende-se desenvolver um modelo para ajudar a obter a máxima eficiência tanto na execução de trabalhos como no tempo dos mesmos, tendo como objetivo a resolução rápida de problemas e avarias ocorrentes nos equipamentos mecânicos destinados à produção.

1.2-Objetivos

Nesta dissertação, pretende-se implementar uma metodologia *Lean* ao serviço da manutenção de uma empresa do sector alimentar. O presente trabalho tem como principal objetivo melhorar a eficiência dos equipamentos de produção da empresa SEDA Ibérica - Embalagens S.A, com maior foco nos equipamentos de impressão. Tendo em conta a complexidade inerente ao tópico sobre a investigação e as restrições temporais associadas a uma dissertação de Mestrado, a sua concretização é focada no seguimento dos seguintes objetivos mais específicos:

- Caracterizar processos associados à função manutenção e proceder à classificação das principais fontes de desperdício.
- Investigar e implementar um modelo *Lean* na área da manutenção com os conceitos de Gestão *Lean* através da identificação de um conjunto de ferramentas que funcionam como pilares para a Manutenção Magra ou “*Lean Maintenance*”.
- Criar e aplicar o modelo IASVP (Identificação, Análise, Solução, Verificação, Padronização) ao caso de estudo, em particular nos equipamentos de impressão.
- Avaliar o impacto da aplicação das ferramentas *Lean* na melhoria do desempenho dos processos de manutenção através da análise de um estudo de caso concreto.

1.3-Enquadramento

Nas últimas décadas, as empresas têm vindo a investir profundamente em recursos para melhorar a sua *performance* perante as outras indústrias. O curto tempo para a produção, com a exigência de qualidade, e o fabrico no tempo certo (*just in time*) requer que a manutenção esteja integrada de forma estratégica para a otimização dos processos produtivos.

Porém o sucesso de uma empresa ocorre quando se consegue desenvolver certas estratégias que proporcionem benefícios, métodos de melhoria nos vários sectores, de modo a que as concorrências atuais e potenciais sejam incapazes de realizar. Esta conceção pode ser incorporada nas atividades do sector de manutenção através da aplicação de princípios, ferramentas já existentes (novos métodos e novas técnicas).

O pensamento *Lean* incentiva a criatividade e inovação, começando pela formação dos colaboradores em que, mutuamente, são abordados da mesma forma como se fossem os melhores clientes. O trabalho em equipa proporciona uma melhor organização, mais simples e eficaz, diminuindo os custos da empresa, amplificando a qualidade e reduzindo os prazos, satisfazendo assim os clientes.

Contudo o departamento da manutenção, em qualquer indústria, assume um papel decisivo na definição de estratégias e na sua organização, possibilitando a criação de oportunidades e melhorias ao longo do tempo, alcançando o nível de excelência desejado.

1.4-Importância da manutenção

Existem diversos métodos e estratégias para a manutenção que têm sido desenvolvidos crescentemente, acompanhando assim a evolução tecnológica e mecânica. A manutenção é cada vez mais importante e necessária para qualquer organização, principalmente para os equipamentos, obtendo uma redução de custo e garantindo a disponibilidade das máquinas e pessoas. Estes custos estão relacionados apenas com os processos resultantes de um planeamento antecipado e com a eficiência da execução da manutenção da empresa. Para manter um equipamento ativo na máxima produção e condição, a manutenção necessita estar presente em todas as atividades. Essas atividades que são realizadas de acordo com uma estratégia de manutenção e com o seu devido planeamento. As estratégias de manutenção podem ser desenvolvidas de acordo com sistemas de fabrico (Shahin, Shirouyehzad and Pourjavad, 2012).

Precedentemente, a prática de manutenção era à base de pequenas intervenções de manutenção corretiva, por exemplo, em reparações e substituições de componentes, que era exercida apenas quando fosse necessário. Não existiam metodologias para prever os acontecimentos, ou seja, a atividade de manutenção só era realizada após a ocorrência de falhas (Lee and Wang, 2008).

Atualmente a manutenção tornou-se o centro de toda a operação de produção, sendo complexa na sua forma de gerir. Na íntegra da manutenção, qualquer atividade tem de ser ponderada, mesmo que não acrescente valor de custo, por não estar diretamente envolvida na produção. O que está incorreto, os equipamentos não produzem eficazmente sem uma manutenção adequada.

A manutenção deve garantir a condição dos bens físicos, devendo antecipar-se aos problemas que possam surgir durante a produção. Contudo um planeamento e uma execução rigorosa dos trabalhos de manutenção permite o fornecimento estável dos produtos de serviço, devido ao trabalho contínuo dos equipamentos e sistemas, reduzindo assim o mínimo de paragens e falhas não programadas.

1.5-Estrutura da dissertação

O presente trabalho é estruturado por cinco capítulos:

Capítulo 1: Pretende fazer um enquadramento ao tema, introduzindo os principais objetivos, definindo a importância da manutenção na indústria, bem como a identificação das motivações que levaram ao estudo do mesmo.

Capítulo 2: Incorpora a principal literatura sobre o tema, fazendo a interligação de metodologias, ferramentas, métodos e os principais conceitos do pensamento *Lean* aplicando assim ao sector da manutenção.

Capítulo 3: Consiste na investigação dos conceitos base da metodologia PDCA e posteriormente a descrição do método *Lean* a ser utilizado no caso de estudo.

Capítulo 4: Apresentação da empresa que suporta o caso de estudo. Identificação de constrangimentos para a sua realização e descrição do processo produtivo durante a atividade diária da empresa. Elaboração do método *Lean* a ser aplicado no sector da manutenção da

empresa, bem como a identificação das ferramentas e técnicas utilizadas para a resolução de problemas. Apresentação das melhorias aplicadas ao equipamento em estudo.

Capítulo 5: São apresentadas neste capítulo as principais considerações sobre o caso de estudo bem como a indicação de possíveis linhas de investigação futuras.

Capítulo 2 – Manutenção Industrial

2.1-Evolução Histórica da Manutenção

Desde o início do século XX, que as fábricas têm vindo a evoluir, fazendo com que a manutenção seja obrigada a desenvolver-se ao mesmo nível. Esta evolução crescente deve-se ao aumento e diversidade de ativos físicos (instalações, equipamento e construções) que precisam ser sustentados, em toda a fábrica e ser o mais universal possível.

Desde a Segunda Guerra Mundial que a evolução da manutenção pode ser dividida em 4 gerações, como mostra a Tabela 2.1.

Tabela 2. 1- Evolução da Manutenção (Moubray, 1996)

1ª Geração	2º Geração	3º Geração	4º Geração
1940 - 1950	1960 - 1970	1980 - 1990	≥2000
<ul style="list-style-type: none"> ●Reparação após avaria 	<ul style="list-style-type: none"> ●Maior Disponibilidade das instalações ●Maior vida útil dos equipamentos ●Custos menores 	<ul style="list-style-type: none"> ●Maior disponibilidade e confiabilidade das instalações ●Maior segurança ●Melhor qualidade dos produtos ●Ausência de danos no meio-ambiente ●Maior vida útil dos equipamentos ●Maior efetividade de custo 	<ul style="list-style-type: none"> ●Gestão do risco aplicada a ativos ●Confiabilidade humana ●Novos métodos preditivos ●Análise na medição e demonstração de resultados ●Maior disponibilidade e confiabilidade das instalações ●Maior segurança ●Melhor qualidade dos produtos ●Ausência de danos no meio-ambiente ●Maior vida útil dos equipamentos ●Maior efetividade de custo

Com o progressivo desenvolvimento, os projetos tornaram-se cada vez mais complexos e os sistemas de automação ganharam destaque pela sua simplificação de processo. Começaram a surgir novas técnicas e métodos de manutenção e o sector começou a ter mais importância, por estar envolvido em todas as atividades da indústria. Entre 1950 e 1960, surgiu a Engenharia de Manutenção e os programas de qualidade, que juntamente com a universalidade dos equipamentos, criaram uma nova função no mercado de trabalho.

O aumento da concorrência na indústria mudou as perspectivas futuras, levando a adoção de novos termos de desempenho, qualidade e serviço, começando pela redução dos custos e aumentando a capacidade de produção. Esta nova perspectiva permitiu a identificação de falhas de equipamentos (que podem vir afetar a segurança e o meio ambiente) e analisar com maior precisão o problema, para que a produção mantenha a qualidade do produto. Estes novos métodos de abordagem ao problema por parte da manutenção e da iniciativa da empresa pretendem que as instalações ou equipamento apresentem disponibilidade total e ao mesmo tempo reduzir os custos e aumentar a produção. (Moubray, 1996).

A evolução da tecnologia concilia processos técnicos com as habilidades das pessoas em todos os sectores da indústria. Para realizar este processo, desde do operador até ao topo da gestão, é preciso adotar formas totalmente novas de pensar e agir. Dentro deste contexto, é importante estar ciente de como decorre a manutenção e é de grande responsabilidade garantir uma boa estrutura e planeamento da estratégia a aplicar, cabe à empresa trabalhar nas ações necessárias para elevar o nível da manutenção, garantindo o máximo desempenho dos equipamentos (Costa, 2013).

Nos dias de hoje, gerir a manutenção significa ser capaz de dominar diversas áreas de ação, como gestão de pessoas, planeamento, engenharia de máquinas, gestão económica, gestão de materiais, logística, informática, etc. Assim sendo, reconhece-se as seguintes áreas de gestão primárias para uma boa base de manutenção:

- Planeamento: suporta-se através do conhecimento técnico dos equipamentos, solicita a existência de codificação de materiais, manuais de manutenção e relatórios das avarias. Requer a elaboração de um plano de manutenção, preparação e programação para executar trabalhos que garantem os prazos.
- Controlo de custos: processo feito com base nos custos da mão-obra, materiais e serviços que entram para as despesas das intervenções.
- Gestão de materiais: solicitado na verificação das entradas e saídas de matérias em armazém, requerendo atenção nas quantidades mínimas e máxima a ter em consideração no *stock*.
- Gestão de pessoas: baseia-se na especialização e no conhecimento de cada pessoa.

2.1.1- Tipos de Manutenção

De acordo com a NP 13306:2007 a manutenção é uma “*combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida*”. O esquema seguinte (Figura 2.1) descreve os tipos de manutenção que existem segundo a norma.

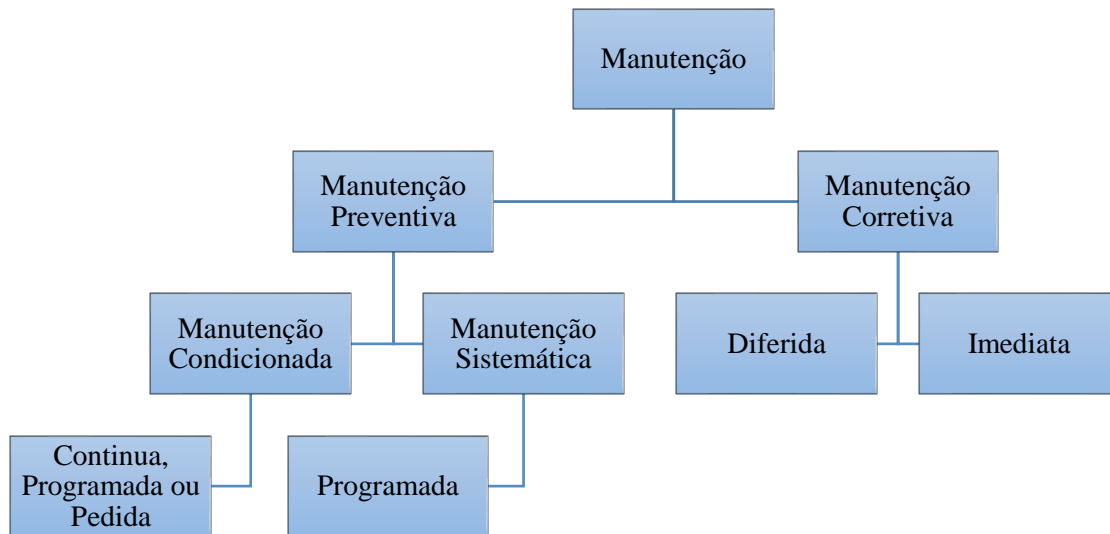


Figura 2. 1-Tipos de Manutenção (EN13306, 2010)

A **Manutenção Corretiva** é efetuada depois da deteção de uma avaria e é destinada a repor um bem num determinado equipamento que num determinado estado pode realizar uma função requerida. Um dos objetivos é corrigir a falha de um modo aleatório preferencialmente no momento da ocorrência, o que gera custos elevados, pois interfere nos resultados da produção, implicando paragens não programadas. No entanto neste tipo de manutenção existem duas formas - diferida e imediata.

Manutenção Corretiva Diferida é definida, por perdas de funções do equipamento devido a causas externas como: acidentes ou má operação de peças ou máquinas. Não é efetuada imediatamente depois da ocorrência de uma falha, é uma manutenção retardada de acordo com regras de manutenção determinadas.

Manutenção Corretiva Imediata é ao contrário da diferida, realizada sem demoras após a detecção de uma falha e serve para evitar consequências graves, como perdas de funções do equipamento devido a fatores internos (tubo roto, rolamento gripado, etc.).

A **Manutenção Preventiva** é executada em intervalos de tempo pré-determinados, obrigatoriamente, de acordo com critérios prescritos, com finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um equipamento, seguindo um planeamento que ocorra em períodos pré-estabelecidos de forma preventiva. Para que o plano seja eficaz é necessário garantir o tempo ideal para a sua ocorrência. Segundo Mello e Salgado (2005), a manutenção preventiva segue um cronograma que determina a ocorrência de inspeção e substituição de peças para manter o equipamento a funcionar. O principal problema é que o tempo de inatividade geralmente não é planeado.

Manutenção Preventiva Sistemática é definida por intervalos de tempo pré-estabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem. A manutenção é referida normalmente pelo fabricante embora requeira uma análise crítica por parte da gestão da manutenção. Deve-se ter em consideração que as condições de operação possam ser diferentes das condições de ensaio realizadas na fábrica do respetivo fornecedor. Este tipo de manutenção implica uma substituição periódica de componentes independentemente do seu estado real pois são componentes cuja probabilidade de falha é elevada.

Manutenção Preventiva Sistemática Programada é efetuada de acordo com um calendário pré-estabelecido ou de acordo com um número definido de unidades de utilização.

A **Manutenção Preventiva Condicionada** destina-se a avaliar a condição e garantir a fiabilidade dos sistemas quando estes são exigidos em intervenção. Pode ser efetuada com a máquina em funcionamento permitindo um registo em tempo real das suas próprias condições, podendo ser feito posteriormente uma nova análise face às condições limites que está sujeito. Um caso típico é a medição sistemática do ruído num rolamento. Segundo Kardec e Nacif (2001) a manutenção condicionada baseia-se na condição do equipamento, ou seja, quanto mais implementações de requisitos de desempenho mais intervenções devem ser realizadas. No caso de manutenção dos edifícios pode ser considerado os simulacros na

rede de incêndios como as moto-bombas, sistema de detenção de fumo, as válvulas etc. Os custos deste tipo de manutenção, são elevados, nomeadamente custos indiretos, recorrendo a uma equipa especializada. Segundo Pinto (2016), este tempo de manutenção, apesar de mais dispendioso, consegue eliminar grande parte das desvantagens de manutenção sistemática.

2.1.2- Normas da Manutenção

A norma NP 4492:2010 especifica os requisitos dos quais os prestadores de serviço de manutenção devem demonstrar o seu conhecimento e a sua aptidão para, que de forma consistente, consigam proporcionar um serviço que satisfaça as condições dos clientes e das exigências legais e regulamentares aplicáveis. Todos os requisitos são genéricos e pretendem ser aplicáveis a todas as organizações, independentemente do tipo, dimensão e serviço que proporcionam. Os documentos normativos que se seguem (Tabela 2.2) contêm as seguintes disposições que constituem na norma (NP 4492, 2010).

Tabela 2. 2-Normas Manutenção (NP 4492, 2010)

NP 4483:2009	Guia para a implementação do sistema da gestão da manutenção
NP EN 13269:2007	Manutenção- Instruções para a preparação de contato de manutenção
NP EN 13306	Terminologia da Manutenção
NP EN ISO 9000	Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário (ISSO 9000:2005)
NP EN 13460:2009	Manutenção- Documentação para a manutenção
NP EN 15341:2009	Manutenção – Indicadores de desempenho da manutenção
CEN/TR 15628:2007	Maintenance – Qualification of Maintenance personnel

2.2- Lean

"Today's standardization...is the necessary foundation on which tomorrow's improvements will be based. If you think "standardization" as the best you know today, but which is to be improved tomorrow – you get somewhere. But if you think of standards as confining, then progress stops." - Henry Ford, 1926.

2.2.1- Filosofia *Lean Thinking*

O *Lean Thinking* (pensamento magro) é uma abordagem inovadora às práticas de gestão, direcionando a sua plena ação à eliminação progressiva do desperdício, através de procedimentos simples, otimizando os resultados. Segundo Pinto (2016), *Lean Thinking*, designa-se como um conceito de liderança e gestão nas empresas, ilustrado pela primeira vez por James Womack e Daniel Jones em 1996, no livro com o mesmo nome de referência. Desde então, o conceito é mundialmente aplicado para se referir a esta filosofia de liderança e gestão, que tem como objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor. Segundo Citeve^{*1} (2012) trata-se de um dos melhores e bem-sucedidos paradigmas de gestão que o mundo empresarial conheceu até aos dias de hoje.

No início do século XX, o fundador da empresa automóvel Ford Motor Company (FMC), Henry Ford, começou a atividade de produção em massa de automóveis, alterando assim a forma de produção artesanal para produção em série (Kumar, Dhingra and Singh, 2018). O modelo foi adotado por várias empresas, das quais verificaram custos reduzidos e elevadas taxas de produção. No início da década de 1920, Henry Ford deparou-se com uma quebra de vendas e confrontou-se com alguns problemas no seu sistema de produção, tais como:

- Elevados custos de produção devido ao número elevado de *stocks*
- Erros na linha de montagem
- Elevado número de não conformidades nos produtos
- Incapacidade de entrega ao cliente

Posteriormente à segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), o Japão encontrava-se com poucos recursos financeiros, materiais e meios para a reconstrução do seu país. Enquanto que as indústrias europeias e americanas mostravam uma elevada capacidade de produção e obtenção de recursos e por isso eram preeminentes nessa área.

O presidente da indústria Toyota Motors Company (TMC) Eiji Toyoda e o engenheiro Taiichi Ohno visitaram a fábrica da Ford, em Detroit para analisar e compreender os métodos de produção, uma vez que a produtividade americana era dez vezes superior à produtividade oriental. Após o seu estudo, em 1950 a empresa Toyota fez uma nova implementação, Toyota Production System (TPS) criado por Taiichi Ohno dando origem ao *Lean Production*, sendo mais tarde aplicado em todo o sector industrial automóvel (Ohno, 1988). O objetivo do sistema TPS consiste em aumentar a produção de automóveis e reduzir os custos através da eliminação de todos os tipos de desperdícios ou “mudas” (termo em

1- CITEVE é um Centro Tecnológico, organização privada sem fins lucrativos, situado em Vila Nova de Famalicão. Ativo desde 1989, o tem uma relação muito comunicativa com as empresas devido ao seu conhecimento profundo da realidade e do desempenho da indústria. (www.citeve.pt)

japonês). O sistema TPS foi concebido para fornecer ferramentas e soluções para que as pessoas possam melhorar continuamente o seu desempenho. Para Pinto (2014), este método é muito mais que um conjunto de ferramentas e soluções de melhoria, é uma cultura.

Esta fisionomia de trabalho permitiu à empresa Toyota colocar-se numa posição superior na liderança do mercado automóvel em relação às empresas americanas, provocando um grande interesse nos investigadores de Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Lean Production é um modelo organizacional que tem sido amplamente divulgado como um modelo que traz inúmeros benefícios para as empresas que o implementam através da redução dos custos pela eliminação dos desperdícios, nos variados sectores e atividades industriais e de gestão. Foi utilizado como termo pela primeira vez por um investigador, John Krafcik, do International Motor Vehicle Program (IMVP) de MIT numa publicação como expressão para definir o TPS, por usar formas de economizar atividades que resultam de menores esforços humanos, menos investimentos em ferramentas, menos horas de desenvolvimento de novos modelos, menos *stocks* e, reduzindo desta forma os custos associados (Thirkell and Ashman, 2014). Womack e David Thomas Jones (1992) definem *Lean Production* como um sistema de produção inovador que concilia as vantagens do sistema de produção manual e o sistema de produção mecânico, evitando o custo elevado. No entanto as três obras, de Jeffrey Liker e David Meier, juntamente com Womack e Jones devem ser reconhecidas como alicerces da estrutura do TPS. O livro com o título “*The Toyota Way*” marca um ponto essencial de mudança no conhecimento sobre o TPS, explicando o enorme sucesso da Toyota através do modelo 4P (*philosophy, people, problem solving* e *process*) e dos 14 princípios que o sustentam (Liker and Meier, 2007).

Os 14 princípios do sistema de produção Toyota, segundo Jeffrey Liker apresentam-se pela seguinte ordem:

1. Fundamentar uma filosofia com base em decisões de gestão a longo prazo.
2. Criar métodos contínuos de forma a reduzir o fluxo de problemas evidentes.
3. Implementar o sistema *pull* para evitar excessos de produção.
4. Moderar a carga de trabalho.
5. Criação de hábitos nos colaboradores e automatismos que possam vir a interromper processos para a resolução de problemas.
6. Uniformizar bases de melhoria continua e o empenhamento das pessoas.
7. Usar controlos visuais para segurança e resolução de problemas.
8. Utilizar tecnologia fiável e com garantia, que suporte as pessoas e os processos.

9. Simplificar o desenvolvimento em que os administradores têm verdadeiramente o dever de entender e reconhecer esta filosofia e ensinar aos seus colaboradores.
10. Desenvolver colaboradores e equipas que acompanham a empresa
11. Respeitar e interligar os conceitos aos clientes e fornecedores, propondo desafios, e outras soluções que com o apoio necessário melhoram ambos os serviços.
12. “Vá e veja por si e verdadeiramente perceba a situação” (*genchi genbutsu*)
13. Tomar decisões rápidas e concretas, considerando todas as opiniões da equipa.
14. Incentivar um método com base na filosofia *Lean* através de uma reflexão segura - *hansei* – admitir o próprio erro e organizar melhorias contínuas.

Desta forma, para compreender melhor este sistema de produção e gestão do TPS surge com “*House of TPS*” (Casa do TPS) concebido em 1970 por quatro responsáveis da empresa Toyota (Lander and Liker, 2007). O sistema foi desenvolvido em analogia com a construção de uma casa, em que da base até ao topo estão representados os alicerces para a sustentação de uma empresa, como ilustra a figura 2.2.

Os alicerces são identificados por aspetos fundamentais começando pela filosofia Toyota (*Lean Thinking*), a gestão visual como forma de envolver todos os sectores, a uniformização de processos como forma de redução de custos aumentando o desempenho dos equipamentos. A base da casa é constituída pela produção moderada, processos estáveis e pradonizados e elevada gestão visual. No centro encontra-se a melhoria contínua entre os dois pilares, *Just In Time* e *Jidoka* que permitem alcançar o topo após a implementação do sistema *Lean*, como redução de custos e prazos, maior qualidade, segurança e motivação.

Os alicerces entre a base e o topo são dois métodos que se destacam e suportam o paradigma do TPS, são descritos de cima para baixo e da esquerda para a direita, como ilustra a figura 2.2.

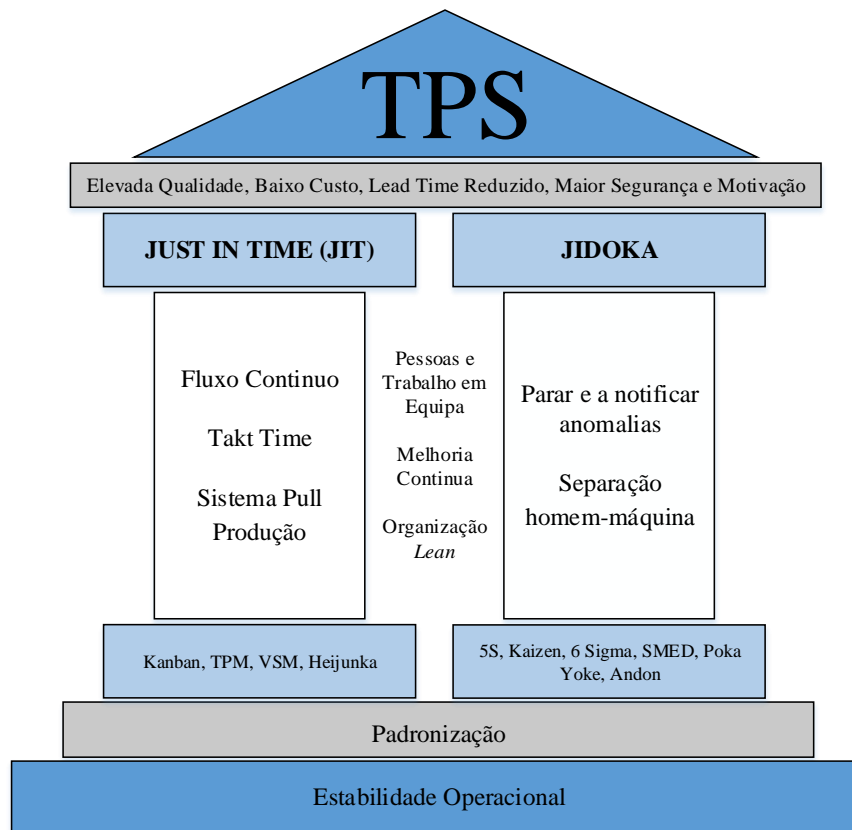


Figura 2. 2- Casa TPS (House of Toyota Productive System)

O **Processo *Just In Time* (JIT)** um método de gestão assente na produção em que o fabrico dos produtos é executado apenas na quantidade necessária e no momento em que fosse definido. É um sistema exigente à produção, em que é conduzida pelo cliente, ou seja, de acordo com o sistema *pull*, faz com que o fluxo de materiais e de informação seja contínuo. O trabalho é executado com um determinado período sendo este o mais próximo do “*takt time*”, mas nunca o superando.

O *takt time* é o tempo necessário para a produção de um produto, com base no ritmo em que as vendas do mesmo são realizadas. Este tempo necessário é equivalente ao tempo total disponível pela produção sendo dividido por um período determinado. Obtendo duas fórmulas em que a capacidade de produção é superior ou inferior ao *takt time*, apresentadas na Tabela 2.3.

Tabela 2. 3- *Takt Time* e Capacidade de Produção

Capacidade de produção < <i>Takt Time</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarga de produção • Atrasos nas entregas • Falhas perante os clientes
Capacidade de produção > <i>Takt Time</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Subcarga de produção • Baixa utilização dos recursos • Desperdícios

Segundo Pinto (2014), no livro de Liker a Filosofia JIT apresenta os seguintes objetivos:

- Zero de defeitos;
- Zero de *stocks*;
- Zero de movimentos.
- Tempo de *setup* nulo
- Lotes unitários

O **Processo Jidoka** (palavra de origem japonesa que significa “automação com características humanas” é uma metodologia que funciona através de processos de controlo de qualidade, implementando os quatro princípios fundamentais, nos sectores industriais:

- Detecção de anomalias;
- Paragem do processo;
- Correção imediata das anomalias detetadas;
- Investigação da causa e implementação de soluções de melhoria contínua.

Consiste, portanto, em facultar ao operador ou ao equipamento autonomia para interromper a produção no instante em que sejam detetadas anomalias de forma aplicar medidas corretivas para que a unidade com defeito não prossiga na linha de produção. As medidas podem ser aplicadas com sistemas á prova de erro (exemplo: Poka yoke) e controlo visual (exemplo: andons) (Lander and Liker, 2007).

2.2.2- Significado de Valor

Valor é uma palavra que expressa o que vale uma coisa ou uma pessoa, é um preço, um merecimento, por vezes talento. Expressa-se em valores nominais, mas também em valores morais como coragem. Significa que algo precisa de um termo, valor é um título de ações, de obrigações, e uma representação em dinheiro. É tudo aquilo que justifica a atenção, o

tempo e o esforço que dedicamos a algo. Quando sentimos que não vale a pena, não vamos, não compramos, não dedicamos tempo ou atenção. As empresas existem para criar valor. O valor que as empresas geram destina-se à satisfação simultânea de todas as partes interessadas (ou *stakeholders*). As empresas têm interesses e geram necessidades e, a sua satisfação resulta apenas do valor obtido pela organização e do trabalho de todos os seus colaboradores. Desta forma, todas as atividades realizadas, que não vão ao encontro das necessidades e expectativas das partes interessadas, devem ser classificadas como “desperdício” por muito que pareça que essas atividades sejam úteis.

Segundo Pinto (2016) , a criação de valor e a eliminação do desperdício devem andar de mãos dadas e conciliar-se sempre para a obtenção de excelência na organização de empresas. Ambos tem de ser aplicados através de metodologias simples e eficazes.

Algumas ferramentas que existem para a criação de valor numa empresa, são:

- VSM – *value stream mapping*
- Matriz dos *Stakeholders*
- Fórmula 5W2H
- Diagrama Ishikawa (diagrama causa-efeito)
- *Brainstorming*

2.2.3- Significado Desperdício

Desperdício é uma palavra que se refere a todas as atividades realizadas, que não acrescentam valor, seja despesa inútil ou censurável. É considerado uma perda no ramo industrial chama-se desperdício a restos de fabrico de certos produtos.

Os Japoneses identificam o desperdício e chamam-lhe de *muda* porque consome todos recursos e o próprio tempo de fabrico e, em última análise, faz com que os produtos ou serviços que são disponibilizados no mercado tenham um valor ainda mais elevado do que o suposto. Frequentemente nas empresas, as pessoas tornaram-se mais ativas, reconhecendo atividades necessárias, sem saberem que aplicavam métodos de “muda”.

Estas atividades podem ser definidas como: deslocações, inspeções e controlos de segurança, verificações de avarias e os seus respetivos ajustes e acertos feitos pela manutenção, armazenamento e *stock* de materiais, resolução de problemas de qualidade, arquivo da documentação, tempo interminável nas comunicações, entre outras. O desperdício associa-se a um custo desnecessário e uma das maneiras de controlar esses custos é evitar qualquer tipo de desperdício durante um determinado tipo de processo (Falconi, 2015). Algumas das

ferramentas que se utiliza para a identificação dos desperdícios e a resolução dos mesmos, são:

- Os 3 MU's (*Muda, Mura, Muri*)
- Os 5M+Q+S (*Men, Machines, Materials, Management, Method, Quality, Safety*)
- Os 8 desperdícios (*Eight Wastes*)

Os Três MU's

O objetivo desta ferramenta é estabelecer um equilíbrio entre a capacidade de produção e a quantidade do produto que é necessária. Atualmente as empresas necessitam de pessoas, processos, materiais e tecnologia para produzir a quantidade certa do produto ou serviço que foi requisitado, a ser entregue num determinado tempo ao cliente. Para a gestão empresarial Japonesa, esta ferramenta é expressa nas palavras *Muda, Mura, Muri* e são utilizadas em conjunto no TPS que descrevem coletivamente práticas que geram desperdício a ser eliminado, como é ilustrado na figura 2.3 (Citeve, 2012).

- *Muda* (refere-se ao desperdício) reduzir tudo o que não acrescenta valor, ou seja, todos os componentes do produto e/ou serviço que o cliente não está disposto a pagar.
- *Mura* (refere-se á variabilidade) adotar o sistema JIT procurando apenas fazer o que é necessário e quando é pedido. Aplicar o sistema *pull* deixando o cliente gerir a produção dos seus produtos ou serviços.
- *Muri* (manifesta-se através do excesso ou insuficiência) é eliminado pela universalidade dos trabalhos, garantido que todos seguem o mesmo processo, tornando-os previsíveis, estáveis e controláveis.

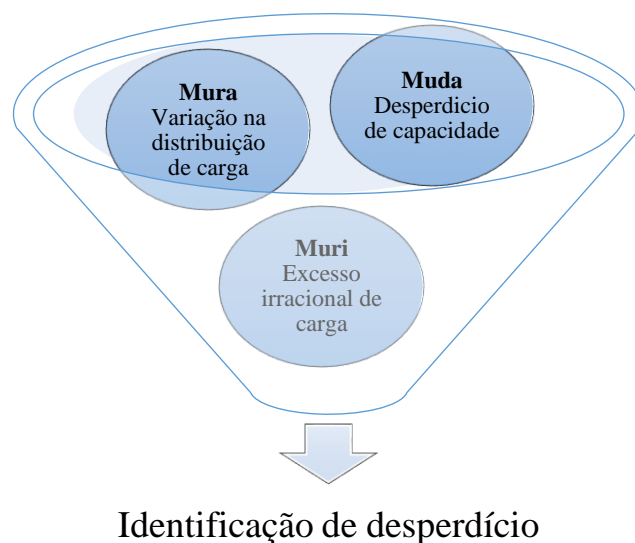


Figura 2. 3- Os três MU's identificados pelo sistema TPS (Toyota Production System)

Os 5M+Q+S

Esta ferramenta serve para identificar e analisar todas as áreas onde estes desperdícios podem ocorrer. A figura 2.4 abrange as ideias que concedem o início das investigações de desperdícios na organização e os seus métodos e procedimentos seguintes. Este paradigma poderá ajudar muito na própria gestão que é o centro de todas as ferramentas, tanto para os colaboradores como para os equipamentos, qualidade, segurança, materiais e próprios métodos de produção e o próprio controlo dos mesmos. Na gestão *Lean*, as decisões devem ser tomadas com base em factos, não em opiniões (Pinto, 2014).



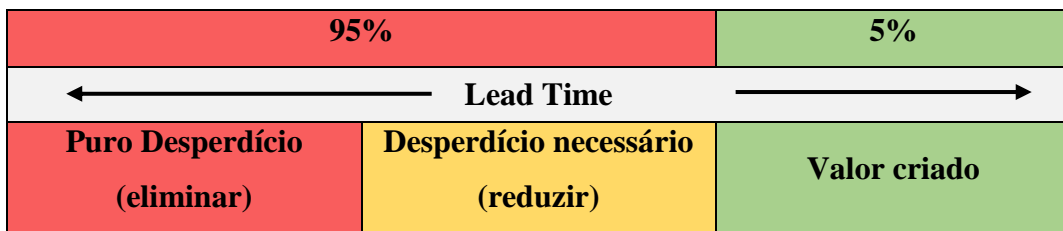
Figura 2. 4- Os 5M+Q+S e os possíveis desperdícios

Os 8 Desperdícios

É uma metodologia que aconselha as organizações a focarem-se nos aumentos de produtividade do fabrico acrescentando um determinado valor (5%), ou seja, o suficiente da produção que o cliente deseja. Este sistema ignora o ganho potencial que pode ser obtido pela redução ou eliminação de desperdícios. O restante valor (95%) é definido pelos

desperdícios que devem ser minimizados, dividindo-os em dois grupos como ilustra a tabela 2.4. Um dos grupos é o que deve ser eliminado é o Puro Desperdício representado por atividades e serviços que o cliente não deseja, sendo que o outro é definido por Desperdício Necessário, ou seja, representa atividades que não criam valor mas que não podem ser eliminadas pois baseiam-se na tecnologia existente ou nas políticas que foram adotadas pela própria empresa (Pinto, 2009).

Tabela 2. 4- Atividades que acrescentam e não acrescentam valor



Ohno (1988) desenvolveu o TPS, em conjunto com outros autores e classificaram em sete daqueles que consideram ser os principais desperdícios de uma empresa, enumerando-os por importância:

1. **Excesso de Produção** – é considerado o mais penalizante das sete categorias de desperdício, opondo-se à produção *just in time* (no momento certo). É produzido mais do que é preciso em quantidades desnecessárias, o que gera atividades que poderiam ser dispensadas, provocando custos elevados devido ao fluxo irregular de materiais e de informação, originando a necessidade de criar *stocks*.
2. **Esperas** – refere-se ao tempo determinado ao qual uma pessoa, equipamento ou material está num estado de espera. As mais comuns das esperas são as seguintes:
 - Fluxo obstruído (exemplo: avarias, defeitos na qualidade, acidentes)
 - Problemas de Layout e Atrasos com entregas a fornecedores (internos/externos)
 - Elevados lotes de produção
3. **Transportes Desnecessários** – todos os recursos (pessoas, equipamentos, ferramentas, documentos ou materiais) que são deslocados ou transportados de um local para outro sem necessidade, está a criar desperdício. Como por exemplo um transporte de peças incorretas, o envio de materiais para o local errado ou na hora errada ou o envio de documentos para sectores que não deveriam ser entregues

porque não é a sua competência. Devido às restrições de processos ou de instalações existe sempre transportes e movimentações necessárias, que poderiam ser reduzidas. O sistema de Produção *Lean* mostra como estas atividades apresentam níveis de desperdícios de tempo e recursos que podem ser eliminados pela simples redução dos *stocks* a nível zero e minimizar as distâncias a serem percorridas, tanto por pessoas como por materiais.

4. **Inventario (*Stock*)** – *stock* é um termo de origem inglesa que, no nosso idioma, se refere à quantidade de bens ou produtos que uma empresa ou um indivíduo possui num determinado espaço e tempo. Serve para o cumprimento de certos objetivos num processo de fabrico ou num processo de logística. A conceção pode estar associada a um inventário (documento ao qual fica registada e ordenada a totalidade dos produtos que se armazenam) ou às existências de bens disponíveis que uma firma contém para a sua exploração comercial. *Stock* também pode ser composto por produtos concluídos, componentes, peças em curso de fabrico ou matérias-primas. Para obter um nível de excelência neste tipo de armazenamento é necessário conseguir obter um espaço onde todos os produtos estão expostos e organizados de forma a ser simples e eficiente a sua aquisição.
5. **Produtos com defeitos** – na maior parte das situações os desperdícios surgem devido a problemas de qualidade. Estes produtos com defeitos associam-se aos custos de inspeção, às respostas das reclamações aos clientes e às suas devidas indemnizações. Quando os defeitos ocorrem durante a produção, existem três principais causas: recursos consumidos, mão-de-obra utilizada não recuperável e mão-de-obra novamente solicitada para repetir ou corrigir a fadiga. De forma a garantir que as falhas de qualidade sejam nulas, e evitar eventuais reclamações ao cliente, é necessário aumentar ações preventivas, assim como analisar e encontrar o causa raiz do problema.
6. **Processamento inapropriado** – o desperdício do processo refere-se aos acontecimentos desnecessários durante o mesmo. A amplificação de defeitos pode surgir devido a operações incorretas ou falta de formação dos colaboradores. Todos os processos geram perdas, que devem ser suprimidas ao máximo. É possível eliminar ou reduzir este tipo desperdício através de meios automatizados, pela substituição de processos e equipamentos por outros mais eficientes e, instrução profissional aos colaboradores.

7. **Movimentações desnecessárias** – engloba todos os movimentos do ser humano que não cria valor adicional. Na perspetiva ergonómica (Human Engineering and Ergonomics), os movimentos indesejáveis excessivos geram desperdícios que podem ser eliminados, providenciando condições ergonómicas nos postos de trabalho e promovendo o aumento de desempenho dos operadores.

Estudos recentes adicionaram à lista criada por Ohno um novo tipo de desperdício: desperdício no conhecimento (Fourie and Umeh, 2017).

8. **Conhecimento Humano** – concentra-se na ação do ser humano. Consiste em identificar qualquer falha na utilização do tempo e talento das pessoas. Com o objetivo de reconhecer cada colaborador as empresas definem como estratégia o incentivo à inteligência humana. A função do colaborador que se encontra num nível superior hierárquico é identificar as atividades apropriadas a cada colaborador de modo a incentivá-lo e a desenvolvê-lo. Deste modo a empresa ganha resultados quando os colaboradores se tornam profissionais e estão motivados a propor ideias de melhoria.

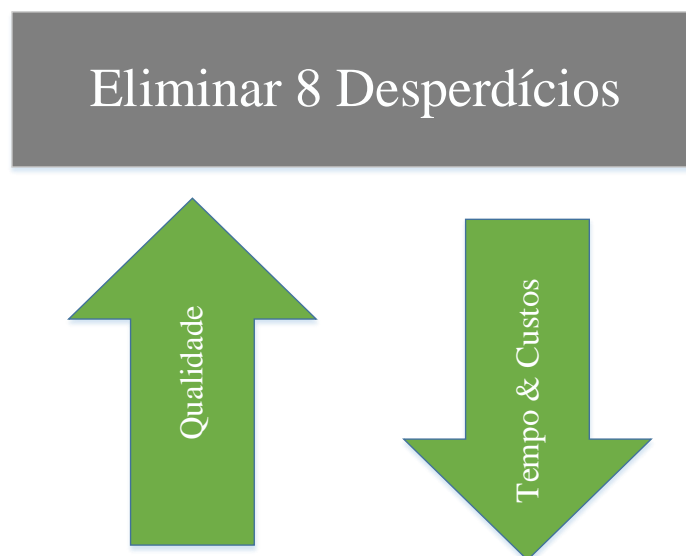


Figura 2. 5- Eliminar os 8 Desperdícios

Ao excluir estes oito tipos de desperdícios e aplicando os métodos necessários de melhoria nos diversos sectores conclui-se que a qualidade aumenta na empresa e conseqüentemente o a produção do próprio produto (tempo e os custos da sua produção reduzidos).

2.3- Ferramentas *Lean* Identificadas

Existem inúmeras ferramentas e conceitos que as empresas podem vir a aplicar como método de apoio para eliminar os desperdícios. Vários autores definem o *Lean* como um sistema, uma ferramenta ou uma técnica que produz valor, tornando as ações mais eficazes e rentáveis diminuindo ao mesmo tempo os desperdícios.

No anexo I evidencia o resumo do estudo das ferramentas *Lean* aplicadas à indústria e aos serviços desenvolvidos pelos autores Womack (2003) e Pinto (2014). Foram selecionados os seguintes parâmetros aplicáveis na empresa: “Complexidade da solução *Lean*”, “Envolvimento da equipa”, “Tempo necessário para a execução”, “Formação prévia necessária”, “Exigência de dados e informação prévia”, “Meios necessários para a execução” e por fim a “Aplicabilidade ao sector da Manutenção”. Estas normas são relevantes para a criação de valor e na redução de desperdícios, que a filosofia *Lean* defende.

Os parâmetros selecionados foram avaliados em três níveis elevado, moderado ou baixo, que permitem determinar o desempenho da respetiva ferramenta *Lean*.

As ferramentas que vão ser utilizadas no conteúdo da dissertação foram selecionadas com base no parâmetro de complexidade de solução *Lean* e no parâmetro de aplicabilidade no sector da manutenção. Desta forma considerou-se as seguintes ferramentas do método *Lean* a aplicar: 5S, *Kaizen*, Diagrama de Pareto, Diagrama de *Ishikawa*, *Brainstorming*, 5W2H, 5Why’s, 4M, OPL’s e Relatório A3.

2.3.1- 5S

Segundo Campos (1999), a ferramenta 5S é um método para liderar uma empresa e gerir os ganhos efetivos da produtividade. O conceito de 5S possui como base cinco palavras japonesas cujas iniciais formam o seu monograma: *Seiri* (utilização) *Seiton* (organização), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (higiene) e *Shitsuke* (autodisciplina). Valores que aplicados num determinado método de trabalho aumentam o desempenho não só dos colaboradores, mas da própria empresa. Uma vez que na área da manutenção das empresas, existem frequentes movimentações de recursos, torna-se difícil a implementação do método 5S. Outra dificuldade é eliminar as fontes de sujidade existentes nas oficinas, como fugas nas máquinas de operação, limpeza nas áreas de soldadura, áreas de serralharia, áreas de lubrificantes, etc., que por vezes torna-se difícil. No entanto a sua aplicabilidade é possível se houver um

compromisso da parte da equipa de manutenção em manter os equipamentos e ferramentas e prestar os seus serviços (Qiang, Zhu and Li, 2011).



Figura 2. 6- 5S

No Senso de Utilização (*Seiri*), a equipa de manutenção tem várias atividades que passam por algumas mudanças e classificações, tais como remover os objetos desnecessários da área de trabalho (materiais, máquinas, equipamentos, etc.) mantendo no local de trabalho apenas as ferramentas e equipamentos estritamente necessários. Este método torna-se vantajoso para empresa na poupança de recursos e para a equipa, aumentando o espaço disponível que pode vir a ser útil. Ao permitir possibilidades na melhoria da distribuição de recursos, e as condições de conservação de qualquer tipo de equipamento, torna as atividades mais eficientes e seguras. Na figura 2.7 apresenta-se o tipo de classificações entre objetos necessários e objetos desnecessários.

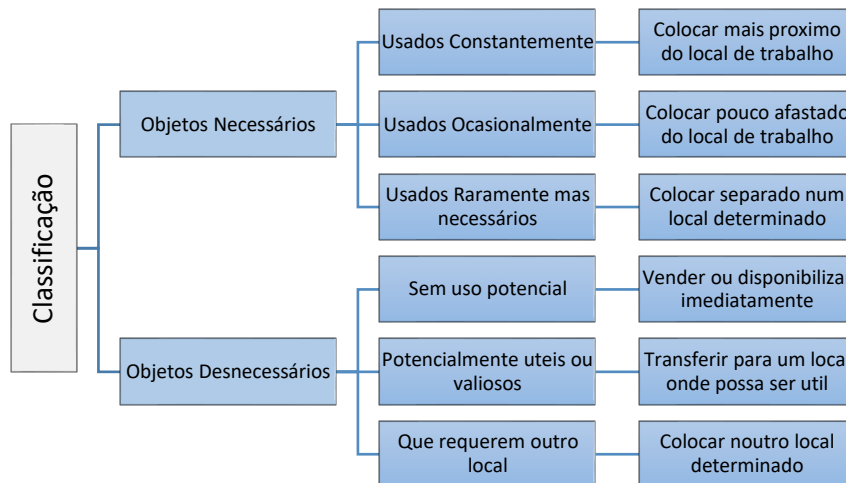


Figura 2. 7- Seiri- Senso de Utilização e Classificação

No Senso de Ordenação (*Seiton*), define-se pela forma como mantém o local de trabalho, estando adequado na disposição dos objetos necessários, estabelecendo um lugar para cada um, identificando-os e organizando-os de acordo com a sequência de utilização. Se necessário, colocar etiquetas com os nomes dos usuários no local da ferramenta ou equipamento retirado do local.

No Senso de Limpeza, (*Seiso*) a equipa identifica os locais de sujidade e procura uma forma de poder eliminá-la. Ter o cuidado de manter o local e o material de trabalho limpo, e procurar eventuais soluções para não diminuir o rendimento de trabalho. Para os locais com maior sujidade onde a solução é impraticável, a equipa deve ainda assim, definir um plano frequente de limpeza, inclusive para os locais de difícil acesso, e classificá-los como espaços de limpeza elevada, sendo os espaços interiores dos armários, gavetas e bancadas, os espaços de limpeza moderada.

O Senso de Higiene (*Seiketsu*), significa manter todos os espaços com as mesmas características, através da combinação dos primeiros sentidos - *Seiri*, *Seiton* e *Seiso*. A equipa de manutenção deve discutir os problemas de higiene dos EPI's (Equipamentos Proteção Individual), dos comportamentos inseguros tanto dos equipamentos como dos operadores e colaboradores de equipa, promover atividades ergonómicas para todas as equipas, e principalmente obter os levantamentos de peças. A partir dos levantamentos é efetuado um planeamento de melhoria e após a sua aprovação, executam-se as ações e definem-se regras para evitar problemas nos locais dos equipamentos de uso geral.

No Senso da Disciplina, (*Shitsuke*) efetua-se através da interiorização de bons hábitos e de bons costumes, sendo necessário uma atualização de conhecimentos e acontecimentos por parte de todos os intervenientes no processo produtivo.

A equipa de manutenção deve cumprir e manter o método 5S no dia-a-dia, tornando-se rotina, inclusive nas áreas onde presta serviços, além de cumprir as normas e os procedimentos de trabalhos. Para realizar estes procedimentos corretamente é preciso exigir a cada pessoa uma autodisciplina constante, muita determinação para manter a realização das etapas anteriores e pontualidade nos compromissos assumidos futuros. Esta ferramenta aplica-se a todas as pessoas da empresa, desde do topo da gestão aos operadores e deve ser transmitido pelos responsáveis de cada sector. A criatividade e alguns recursos de apoio que caracterizam o sector de Manutenção possibilitam melhorias sem depender demasiado dos outros sectores da empresa. Portanto, a partir da prática da ferramenta 5S, pode elevar a produtividade da Manutenção, levando assim a um aumento no desempenho e tempo de produção.

2.3.2- *Kaizen*

O *Kaizen* é um termo japonês que significa “mudança” (Kai = 改) para “melhor” (Zen=善), sendo também a designação de uma ferramenta de melhoria contínua. Foi anteriormente introduzido no Ocidente por Masaaki Imai com o seu livro *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success* em 1986. Hoje o *Kaizen* é reconhecido em todo o mundo como um importante pilar de estratégia competitiva de longo prazo para as empresas (Kumar, Dhingra and Singh, 2018). Uma das suas características é que os grandes resultados provêm de múltiplas pequenas mudanças que acumuladas ao longo do tempo com a junção de outras melhorias, potenciam todos os sectores. Contudo, isto pode ser mal interpretado, porque este método não equivale apenas a pequenas mudanças. Na verdade, *Kaizen* significa que todos os colaboradores têm de estar envolvidos nas melhorias. A maioria das mudanças podem ser pequenas, mas os maiores impactos são liderados pela gestão da empresa e execução de novos projetos juntamente com equipas multifuncionais compostas por todos os especialistas necessários e dispostos aos eventos que o *Kaizen* proporciona (Imai, 2016).

2.3.3- Diagrama de *Pareto*

O Diagrama de *Pareto* é uma ferramenta que é representada por um gráfico utilizado para estabelecer uma organização e ordem das causas de perdas que devem ser estudadas e resolvidas. A sua origem decorre de estudos do economista italiano Vilfredo Pareto no final do século XIX, onde descobriu que 80% da riqueza de Itália estava na mão de 20% de uma pequena parte da população (Chopra, 2017). A ferramenta foi sugerida como lei por Joseph

M. Juran, após a grande guerra, aplicando na área da qualidade. O diagrama de *Pareto* beneficia claramente da relação entre ações, ou seja, prioriza atividades que tragam melhores resultados. O gráfico ajuda-nos a definir prioridades, procurando resolver os problemas de elevada importância, não invalidando a existência de problemas menos graves e a sua resolução. Mas em termos práticos, podemos dizer que os 80% dos problemas são causados por 20% das causas – equipamentos, motores, materiais, pessoas, métodos, etc. Este princípio defende que a maioria dos problemas estão relacionados com um número reduzido de causas e podem ser classificados com o método ABC (Grosfeld-Nir, Ronen and Kozlovsky, 2007). As secções A, B e C são distribuídas em certas proporções, ao longo de uma curva, tornando-se numa forma de classificação de informações obtidas de modo a separar os problemas e causas de maior importância, como ilustra a figura 2.8.

- Classe A: equivale às causas ou problemas de maior importância, e que obtenham maior valor ou quantidade, correspondendo a 20% do total.
- Classe B: apresenta as causas ou problemas moderados, com importância, valor e quantidades intermediárias, correspondendo a 30% do total.
- Classe C: identifica as causas de menor importância, que obtenham menor valor ou quantidade, correspondendo a 50% do total.

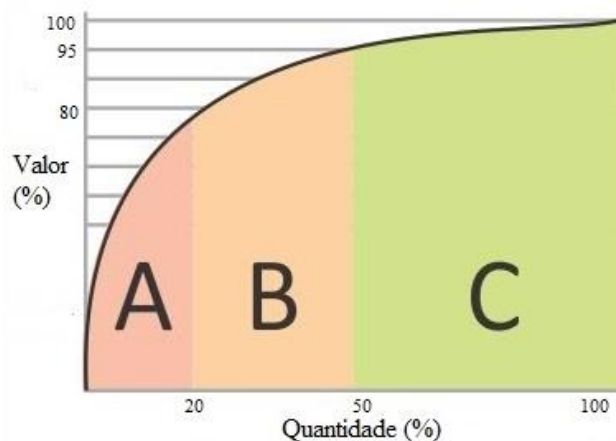


Figura 2. 8- Método de Classificação ABC

2.3.4- Diagrama de Ishikawa

Esta ferramenta criada e desenvolvida por Kaoru Ishikawa, designada por Diagrama de *Ishikawa* conhecida também por Diagrama em Espinha de Peixe, Diagrama de Causa e Efeito, ou ainda reconhecida como Diagrama dos 4M ou 6M. É um método simples e eficaz possibilitando a enumeração das possíveis causas de um determinado problema (Luca *et al.*, 2017).

As causas são agrupadas num grupo para facilitar a sua análise, sendo posteriormente relacionadas com os efeitos causados de forma claramente visual, tal como ilustra a figura 2.9. Esta forma de agrupar pode ser alterada de acordo com a realidade de cada empresa ou de cada problema que é analisado. O Diagrama 6M é definido por – Men, Machine, Measurement, Material, Methods, Mother Nature.

Vicente F. Campos (1999) argumenta que, sempre que algo ocorre (efeito, fim ou resultado) existe um conjunto de causas que podem ter influenciado essa ação, observando a importância da separação das causas e dos seus efeitos. Este diagrama é útil também para a verificação de todas as possíveis causas de um problema que foram abordadas na definição da sua solução.

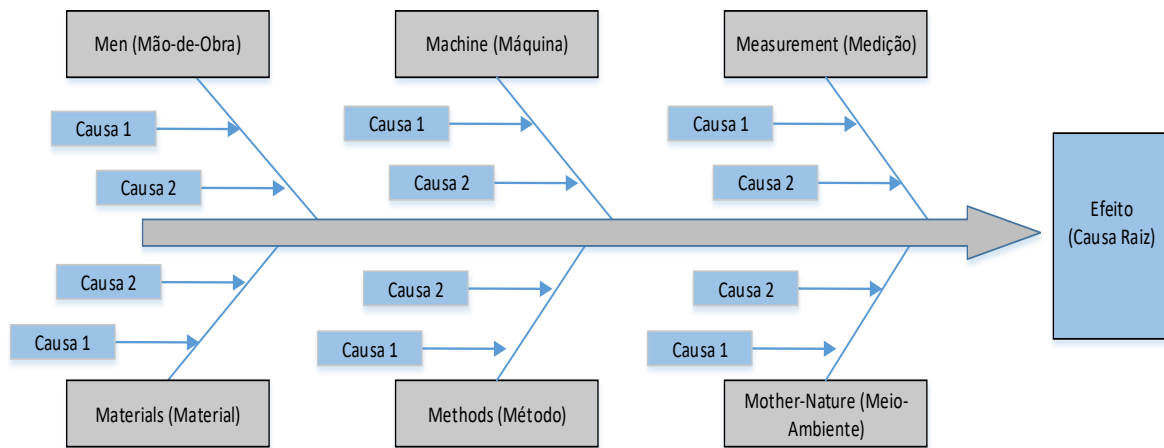


Figura 2. 9- Diagrama Ishikawa

2.3.5- Brainstorming

Brainstorming foi originalmente desenvolvido por Alex Osborn em 1939 como um método de estimular o pensamento criativo produzindo novas ideias. Esta ferramenta trata-se de a adquirir dinâmica numa equipa criando objetivos para serem alcançados, soluções eminentes e inovadoras para determinados problemas através da discussão de ideias e criatividade dos vários colaboradores (figura 2.10). Este método consiste na união de equipas organizadas capazes de descrever e opinar sobre um conjunto significativo de propostas e diversas soluções.

Pode ser utilizada em diferentes níveis de uma empresa, tais como gestão de projetos, gestão de processos, planeamento, controlo de qualidade, segurança e na implementação de melhorias do sector de manutenção (Halaweh, 2018).

Os principais procedimentos para o *brainstorming* são:

- Reunir um grupo ou uma equipa com capacidades de brainstorming;
- Explicar o objetivo da sua reunião e as regras a proceder;
- Definir o tempo de duração do brainstorming e o tempo para discutir e analisar os resultados;
- Iniciar a produção de ideias para resolução de problemas.



Figura 2. 10 - Ilustração da ferramenta Brainstorming

2.3.6- 5W2H

É um método ilustrado em forma de inquérito que permite identificar as ações e responsabilidades de quem irá executar os trabalhos. Para os autores, como Longaray (Longaray *et al.*, 2017), descrevem esta técnica como um formato que aponta as ações prioritárias através de questões. Este formato permite organizar as diversas ações que deverão ser implementadas. O método é estruturado de maneira a permitir uma rápida identificação dos elementos necessários para a implementação de novos projetos.

A ferramenta 5W2H, também conhecida como plano de ação, é uma ferramenta tão óbvia e utilizada que não há uma concordância sobre quem a desenvolveu. Ganhou fama e uso com a disseminação das técnicas de gestão da qualidade e, posteriormente, com as de gestão de projetos.

Os elementos podem ser descritos como:

- *What* - O que será feito? Ação ou atividade que deve ser executada ou o problema que deve ser solucionado;

- *Why* - Por que deve ser executada a tarefa? Justificação dos motivos e objetivos da sua execução ou solução;
- *Where* - Onde será executada? Informação sobre onde cada etapa e procedimento será efetuado;
- *When* - Quando deverá ser executada? Data sobre quando ocorrerá cada tarefa e a determinação do tempo de cada procedimento;
- *Who* - Quem realizará as tarefas? Definição de quem será o responsável, ou os responsáveis pela sua execução, devendo assinar um termo de responsabilidade;
- *How* - Como deverá ser realizada cada tarefa? Explicação sobre como serão executados os procedimentos para atingir os objetivos pré-estabelecidos;
- *How Much*- Quanto custará? Custo total do que será executado em cada etapa.

Esta ferramenta é indicada para qualquer pessoa que precise de colocar um plano em ação. Serve para tomar decisões sobre os principais elementos que orientarão a implementação do plano. Contudo oferece diversos modos de uso da sua técnica, desde as versões mais simples às mais objetivas, até ao desenvolvimento de um plano de gestão tático e operacional.

2.3.7- 5Why's

Esta ferramenta foi desenvolvida por Sakishi Toyoda – o Fundador da Toyota, empresa onde foi utilizado pela primeira vez no TPS durante a evolução das indústrias no pós-guerra. Os 5 porquês é um método simples para a resolução de problemas que pode ter bastante impacto no sentido de auxiliar a descoberta das causas dos mesmos. Frequentemente, quando encontramos um problema, temos a inconsciência de perguntar-nos porque é que aconteceu e conscientemente pensamos em várias causas que o disputaram. Portanto se repetirmos a mesma pergunta perante as causas, estamos a tentar chegar a um consenso para entender o problema com clareza e eficiência, descobrindo a causa raiz (Braglia, Frosolini and Gallo, 2017)

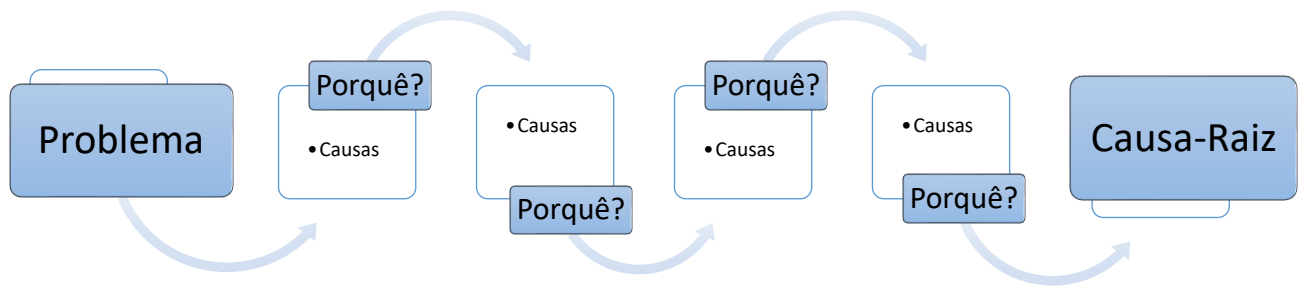


Figura 2. 11- Análise 5Why's

Procedimento para a análise do 5Why's:

1. Identificar o verdadeiro problema – onde se pormenoriza o que se sucedeu, onde ocorreu o problema e o próprio equipamento. Desenhar o fenómeno.
2. Compreender o mecanismo – no caso de máquinas: desenhar/ ilustrar a parte problemática e as partes relacionadas, através de um diagrama do sistema e estrutura da máquina. No caso de trabalho: verificar os procedimentos e fluxo de produção, os pontos mais importantes e a sua função.
3. Identificar as causas – identificar todas as possíveis causas, através da análise do Diagrama Ishikawa. Mencionar numa tabela todas as causas em estudo. De seguida examinar os pontos problemáticos e ponderar princípios e teorias para o fenómeno acontecer. Considerar como o “porquê de acontecer a avaria” e certificar-se que a causa foi ou não verificada (OK/ NOT OK)
4. Verificar a causa principal do problema – Em relação à causa do último porquê, decidir a causa principal do problema.

O diagrama da figura 2.12, é um exemplo de como se processa a análise dos 5 *Why's*. Nem sempre é necessário fazer exatamente as cinco perguntas, mas sempre que necessário identificar a causa principal, deve-se fazer as que forem precisas. Em alguns casos a quantidade de perguntas será reduzida e noutras situações será em demasia. No entanto o mais importante é começar por um problema que seja claro para todos os colaboradores da equipa, identificar a causa principal, finalizar o plano e resolver o problema.

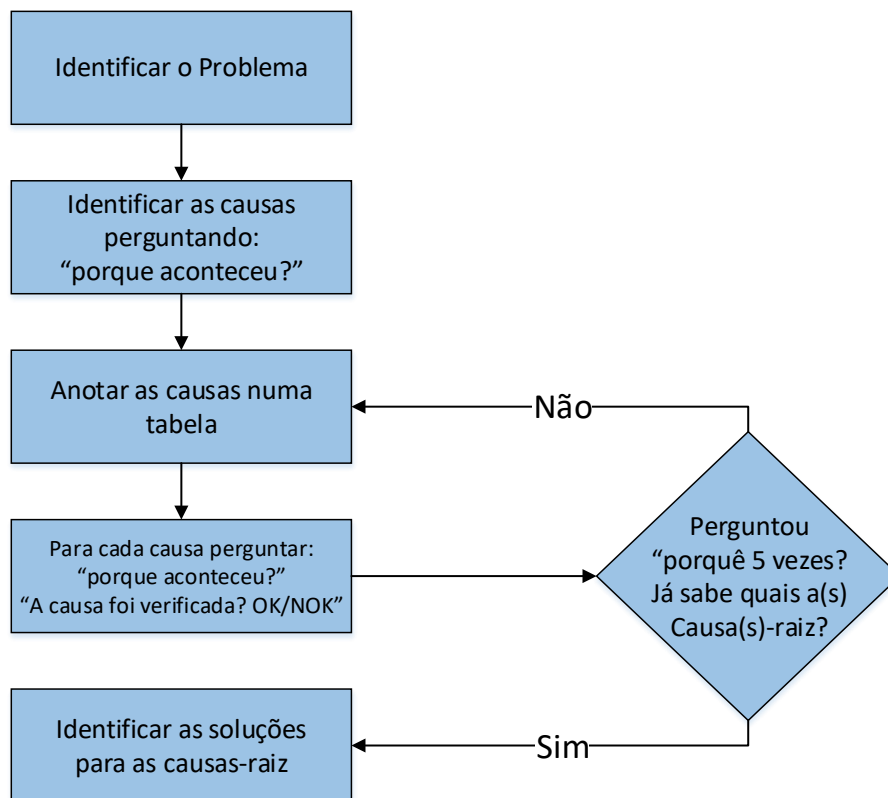


Figura 2. 12- Processo da Análise 5Why's

2.3.8- 4M

A ferramenta 4M está relacionada com o diagrama de Ishikawa, na qual o engenheiro Kaoru Ishikawa identifica as 4 grandes causas, que no decorrer dos anos foi aperfeiçoada, chegando a uma análise atual de 6 grandes causas, descrita como Análise 6M (Men, Machine, Materials, Methods, Measurements, Mother Nature) (Luca et al., 2017). Este método relaciona as primeiras quatro:

Men (Mão-de-Obra) – diretamente relacionada com a capacidade de motivação ou até mesmo pressão exercida sobre as equipas e os colaboradores causando alguns problemas. Como por exemplo, quando existe falhas na formação de certas execuções de tarefas complicadas, ou quando um colaborador se sente desmotivado na empresa e deixa de realizar a tarefa ou realiza após alguma chamada de atenção e ainda assim faz mas de “má vontade”, ou quando o mesmo não cumpre um padrão ou procedimento para tentar acelerar o processo, saltando etapas que supostamente na sua perceção seriam desnecessárias.

Machine (Máquina) – organizada através das falhas dos equipamentos mecânicos da produção e, que, por motivos operacionais ou de manutenção, não cumprem parcial ou integralmente a sua função e atividade total, comprometendo a qualidade do produto e todo

o processo de fabrico. Aplica-se também a falhas na manutenção corretiva e manutenção preventiva destes equipamentos, inclusive nas falhas de informática.

Materials (Materiais) – quando existe intervenção em materiais ou matérias-primas utilizadas no planeamento de atividades normalmente pede-se auxílio aos fornecedores. Deste modo é necessário ter cuidado ao associar as possíveis causas pois em muitos casos é preciso uma análise bem determinada. Por isso, caso não se chegue a uma conclusão concreta, chama-se o fornecedor para o esclarecimento de dúvidas, incluindo-o na análise da falha.

Methods (Método) – são todos os métodos utilizados para a realização das atividades. São padrões, procedimentos, instrução, ou um documento que determina a ação do executor. Em alguns dos casos não existe um “documento formal” ou seja uma OPL (One Point Lesson) para a realização de uma determinada atividade, mas sim um “costume operacional” que passa pelas diferentes gerações de colaboradores da empresa, que pode ser considerado como um método de trabalho. Estes costumes podem ser considerados inadequados, incompletos, incorretos sendo por vezes as principais causas de problemas, por não se informarem ou não terem formação correta para poder distinguir inspeções incorretas, ausências ou falhas dos sistemas informáticos, e a má gestão do processo de fabrico.

2.3.9- Relatório A3

Este método surge nos anos 60 como um modelo padrão para a resolução de problemas no Controle de Qualidade na empresa Toyota que se tornou numa ferramenta de resolução de problemas e de divulgação de propostas e planos (Sobek and Jimmerson, 2004). É ideal para a comunicação em equipa, num levantamento de um plano inteiro independente do tamanho do projeto de forma simples, concisa e completa, apenas numa folha de papel A3, com dimensões 297x420mm. Todos os modelos de Relatório A3 seguem uma determinada estrutura com várias etapas conjugadas com diversos recursos e ferramentas *Lean*. Portanto, o relatório A3 é uma síntese de apresentação, organizando todas as causas, e soluções encontradas para os problemas como ilustra a figura 2.13. As vantagens de elaborar um relatório A3 são:

- Visibilidade e nitidez em todos os sectores da empresa;
- Desenvolvimento de raciocínio lógico entre equipas;
- Entendimento das causas e as suas consequências;

- Analisar, estudar após a verificação de resultados nas melhorias implementadas, preferencialmente melhorias contínuas;
- Possibilitar formação de equipas no sector de manutenção para a produção inovadora de solução para os problemas.

nº: 1	Equipa 1. 2. 3. 4.	Título / Tema:	Sector	Objetivo da Seda Iberica
Project Leader (nome)			Equipamento	Data de Inicio / Duração
1. Identificação do Problema:		2. Análise do Problema		4. Verificação dos Resultados
				5. Padronização
2. Análise do Problema		3. Solução do Problema		

Figura 2. 13- Exemplo de elaboração de um Relatório A3

2.3.10- OPL's (*One Point Lesson's*)

As OPL's ou *One point Lesson's* é uma ferramenta de apoio ao TPM (*Total Productive Maintenance*), é um exemplo de *standard* de trabalho, ou seja, é uma simples instrução visual colocada na área onde se realiza a operação a instruir. Esta ferramenta *Lean* é utilizada para comunicar ao colaborador numa folha de papel, normalmente em formato A4 (figura 2.14), em que se explica exatamente a melhoria ou comparação entre processos anteriores e atuais através de tópicos ou desenhos. Pode também ser elaborada com a descrição passo a passo da tarefa a realizar de modo a obterem uma melhor organização e eficiência no serviço. As OPL's devem ser construídas de forma a serem rápidas e eficientemente lidas e compreendidas. Desta forma esta ferramenta é utilizada como ferramenta de aprendizagem e de transmissão de informação de forma objetiva e perceptível a todos. Por esta razão, uma regra para desenvolver uma OPL é assegurar que o documento possua 80% de informação visual e 20% de texto, daí a parte visual da instrução ser predominante e indispensável. Cada vez que ocorre uma melhoria esta deverá ser normalizada, garantido que é divulgada e que o conhecimento é preservado. Para verificar se a instrução foi bem consolidada por parte dos

trabalhadores é preciso que esta seja praticada de forma a certificar-se que cada trabalhador é capaz de cumprir a tarefa (Dinis, 2016).

OPL (One-Point Lesson)		N°							
		Data / Date							
Theme / Tema		Responsável	Responsável						
Fábrica									
Linha									
Classificação / Classification	<input type="checkbox"/> Conhecimento Básico Basic Knowledge <input type="checkbox"/> Melhorias Improvements <input type="checkbox"/> Resolução de problemas Problem Solving								
Difusão/Actual Results	Data / Date	/	/	/	/	/	/	/	/
	Resp. Treino /Teacher								
	Participantes / students								

Figura 2. 14- Exemplo de elaboração de OPL (One Point Lesson)

2.4- TPM – Total Productive Maintenance

Durante muitos anos as indústrias funcionavam com o sistema de manutenção corretiva. No entanto na aplicação deste sistema os desperdícios amplificam-se na produção, através de conjuntos de ineficiências nos equipamentos e custos muito elevados na sua manutenção. Logo é necessário analisar estes problemas recorrentes, para a sua resolução e sendo assim a manutenção preventiva passou a ser mais relevante e com base neste tipo de manutenção, surgiu o conceito de manutenção produtiva total, conhecido pela sigla TPM (*Total Productive Maintenance*). Segundo Kardec e Nascif (2001), este conceito teve origem nos Estados Unidos e foi introduzida no Japão em 1950. A indústria japonesa trabalhava apenas com o conceito de manutenção corretiva, e após a nova metodologia, quando havia uma falha da máquina ou equipamento, a sua manutenção procedia-se de forma preventiva, representando um maior custo mas melhorando a qualidade. Na procura de maior eficiência da manutenção produtiva, em 1970, no Japão, optou-se pela aplicação desta metodologia mais lógica, com base no respeito individual e na total participação dos trabalhadores, o TPM. Esta nova filosofia perante a manutenção traduz uma nova conceção baseando-se em

simples atividades de como manter uma instalação ou um equipamento no seu devido estado. É um método de gestão que identifica e elimina as perdas existentes nos processos produtivos, maximizando o seu desempenho e garantindo o fabrico de produtos de alta qualidade a custos competitivos. Desta forma consegue-se progredir os conhecimentos capazes de reeducar e formar as pessoas para as ações de prevenção de melhoria contínua, garantido o aumento da fiabilidade dos equipamentos e da capacidade dos seus processos, sem investimentos adicionais (Bakri *et al.*, 2012)

TPM significa zero quebras nas máquinas, ao lado de zero defeitos nos produtos e zero perdas no processo. Representa um pilar de desenvolvimento e otimização da *performance* de qualquer indústria, através da maximização da eficiência dos equipamentos.

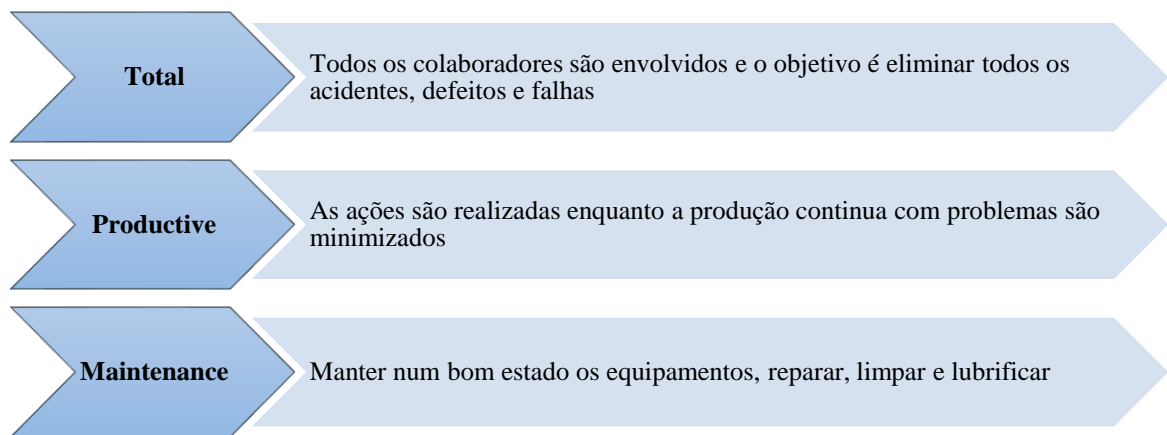


Figura 2. 15- Significado das siglas TPM

Esta metodologia foi aplicada pela primeira vez, na empresa Nippondenso, do grupo Toyota, sob orientação de Seiichi Nakajima, com a colaboração do Japan Instituto of Plant Maintenance (JIPM). O JIPM é o instituto responsável por recolher e divulgar informações sobre a Manutenção Produtiva Total da empresa Toyota. Posteriormente Nakajima foi o responsável pela implementação do TPM em centenas de outras fábricas Japonesas. E descreve de uma forma simples o TPM como: “uma manutenção produtiva direcionada por todos os colaboradores através de pequenas atividades em equipa” (Nakajima, 1988).

O JIPM tem como objetivos: pesquisar e desenvolver tecnologias de TPM; promover a divulgar as suas tecnologias e inovações, receber e divulgar informações, comunicar com diversas empresas tanto nacionais como internacionais; reconhecer e premiar desempenhos dos colaboradores nas tecnologias de TPM. O objetivo principal do JIPM é contribuir para uma boa relação de trabalho entre as equipas promovendo um desempenho saudável, planos

e levantamentos organizados pelas empresas durante o processo para uma melhor produtividade, com crescimento de valor real ao produto. Na tabela 2.5 ilustra-se a evolução cronológica do Instituto Japonês (JIPM, 2018).

Tabela 2. 5- Evolução cronológica JIPM - *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM, 2018)

1961	O <i>Japan Management Association</i> (JMA) forma um Comitê de Manutenção de Plantas
1964	Estabelecido um sistema para a concessão do Prêmio PM.
1969	O <i>Plant Maintenance Department</i> é dissolvido e é formado o <i>Japan Institute of Plant Engineer</i> .
1971	É anunciado o conceito de manutenção da planta com a participação total (<i>Total Productive Maintenance</i>).
1981	O <i>Japan Institute of Plant Engineer</i> (JIPM) é criado, após a aprovação do Ministério Internacional da Indústria e Comércio como a sociedade beneficente.
1989	A definição de TPM é revisada.
1989	Formada a <i>Plant Engineers Japan</i>
1990	Formada a Associação Japonesa de Manutenção e Prestadores de Serviços.
2005	O <i>JIPM Solutions</i> é separado do JIPM como uma corporação com fins lucrativos.

Sendo o principal foco do TPM as “zero de quebras” dos equipamentos, é necessário promover formações na qual os operadores se sintam responsáveis pelas suas máquinas, aprendendo mais sobre elas, podendo assim prever pequenos reparos (exemplo substituição de peças com desgaste, reapertos, etc.) e dar diagnóstico de problemas e sugestões de aperfeiçoamento ou solução.

Deste modo cria-se um afeto por aquele equipamento ser somente operado por uma pessoa e que os cuidados são da sua responsabilidade, como fosse dono da máquina. Esta filosofia realça a manutenção como uma função vital para o negócio, sendo esta a principal área que mantém todos os equipamentos na sua produção máxima sem interrupções, não alterando valores nem perdendo qualidade.

Princípios da filosofia TPM:

- Aumentar a eficácia dos equipamentos
- Melhorar o sistema de manutenção planeada existente

- O operador é o melhor monitor da condição do equipamento
- Providencia formação para melhorar os níveis ou competências na área da produção e da manutenção
- Envolver todos e trabalhar em equipa

2.4.1- Perdas do TPM

No total são 16 perdas a eliminar na metodologia do TPM como ilustra a figura 2.16. Em que 5 das perdas impede a eficiência do trabalho humano, 8 perdas impedem a eficiência dos equipamentos e as últimas 3 perdas impedem o uso efetivo dos recursos (Andemeskel, 2012). O modelo TPM pretende eliminar principalmente as oito grandes perdas que são as seguintes:

1. Perda por paragem programada;
2. Perda por avaria ou falha ocorrendo paragens inesperadas;
3. Perdas por mudança de produtos e/ou afinações;
4. Perdas em ferramentas ou componentes;
5. Perdas no arranque dos equipamentos;
6. Perdas por pequenas paragens porque o equipamento não tem o devido funcionamento;
7. Perdas por quebra de velocidade pelo aumento do tempo de ciclo;
8. Perdas dos produtos com defeitos;

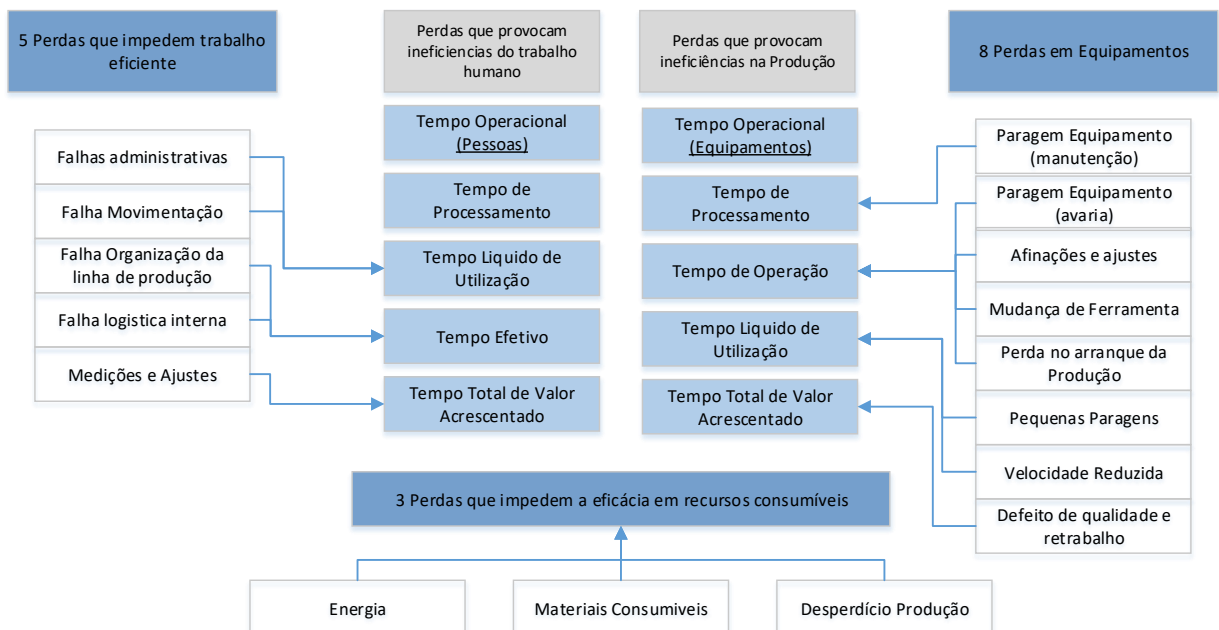


Figura 2. 16- 16 Perdas TPM

Perda por paragens programadas – Perda no tempo de paragem do equipamento para ações de manutenção corretiva ou preventiva com base num plano programado.

Perdas por avaria ou falha – é um dos fatores que mais prejudica a eficiência dos equipamentos. Pode ser medida através da fiabilidade dos bens.

Perdas por mudança de produto e afinações – perdas por paragem devido á necessidade de mudança de produto. Normalmente é preciso procede-se a afinações do equipamento para o novo produto.

Perdas devido a ferramentas ou componentes – perdas resultantes do desgaste das ferramentas ou componentes utilizados no processo produtivo.

Perdas por arranque dos equipamentos – muitos equipamentos carecem de um período de arranque até estabilização do processo, perdendo-se também alguns casos uma parte da produção.

Perdas por pequenas paragens (micro stops) – as pequenas paragens resultam de problemas momentâneos onde o equipamento para ou opera em vazio (exemplo: encravamento de uma peça). O equipamento volta a funcionar normalmente assim que o problema é solucionado rapidamente.

Perdas por quebra de velocidade (velocidade reduzida) – resulta da diminuição de velocidade de processamento relativamente á velocidade nominal. O tempo de ciclo irá aumentar, refletindo-se por menor produção por unidade de tempo.

Perdas por produto defeituoso – perdas originadas pela deteção de produtos sem qualidade. Pode ser consequência de uma má afinação do equipamento ou uma desregulação do mesmo.

2.4.2- Pilares do TPM

No TPM para eliminar as oito grandes perdas dos equipamentos, implementou-se oito atividades importantes que posteriormente foram designadas como os “8 pilares” que

solicitam apoio ao desenvolvimento do TPM. Esta implementação distribuiu-se na sua evolução por três fases: a primeira, iniciada no Japão, que tinha como principal objetivo a produção determinada com zero quebras, sustentada apenas por cinco pilares. A segunda fase em 1989, conhecida como segunda geração, visa aplicar em toda a empresa oito atividades que sustentam os oito pilares e tendo como objetivo chegar às zero perdas. E por fim a terceira fase em 1997, conhecida por TPM, esta geração tem como objetivo a redução de custos, através da obtenção de zero quebras e zero perdas, que se desenvolveu ao longo dos oito pilares. O modelo TPM considera a conceção do ciclo de vida dos equipamentos assentando assim nos oito pilares de sustentação pilares, como é representado na figura 2.17. Cada pilar encontra-se inserido num sistema de gestão integrado. Para que este modelo seja concretizado é necessária uma perfeita organização da equipa de trabalho consoante a responsabilidade de cada colaborador (Andersson, Manfredsson and Lantz, 2016).

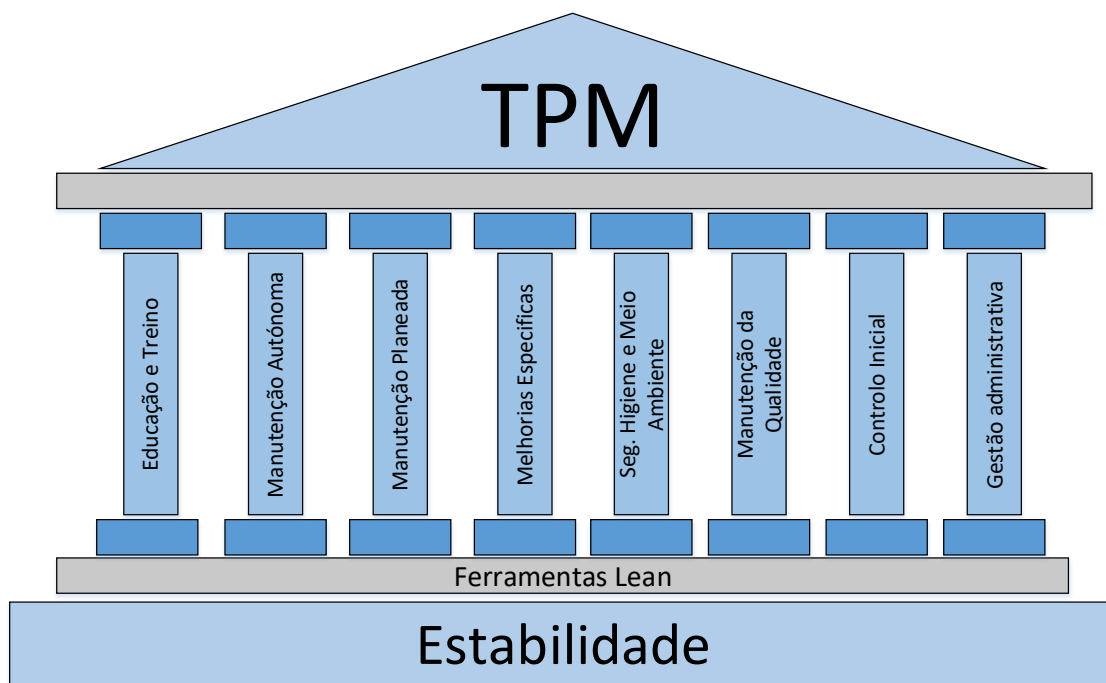


Figura 2. 17- 8 Pilares TPM

1ª Pilar - Educação e Treino – o objetivo deste pilar é desenvolver as habilidades de todos os colaboradores que contribuem para a melhoria do desempenho da empresa. Os responsáveis de gestão devem fornecer oportunidades para a formação de operadores e técnicos de manutenção para melhorar as suas capacidades.

2º Pilar - Manutenção Autônoma – refere a organização dos colaboradores para que atuem em pequenos grupos, preferencialmente grupos autônomos, que têm como objetivo cuidar dos seus equipamentos, identificar as suas perdas e implementar melhorias. A equipa de manutenção é responsável pelas tarefas dos operadores e dos equipamentos (na produção) no que se refere a pequenas ações de manutenção – manutenção autônoma. Após a aprendizagem os operadores realizam as atividades de limpeza, inspeção e lubrificação aos seus equipamentos. Eliminando paragens pela falta de limpeza ou lubrificação.

3º Pilar - Manutenção Planeada – é o pilar onde se estrutura a manutenção planeada no sector manutenção. Os projetos e soluções são propostas e realizadas com perspetivas criativas e não com uma postura reativa perante o problema. O objetivo é obter “zero avarias”, para melhorar a fiabilidade, é necessário reduzir os custos da manutenção e assegurar a disponibilidade de peças sobressalentes (de reserva), aplicandas a cada equipamento. Deve-se fazer uma avaliação dos equipamentos, incluindo análises de degradação e melhoria dos pontos fracos.

Normalmente existe um sistema de gestão de informação e controlo onde se preparam as intervenções para cada equipamento, cumprindo os programas do planeamento, nos momentos de intervenção, atribuindo recursos – materiais e humanos e otimizando-os.

4º Pilar - Melhorias Especificas – melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficiência, designando-se de OEE – Overall Equipment Effectiveness. Este método tem como objetivo eliminar as maiores perdas na empresa. Identifica a maior perda de um equipamento ou processo produtivo ou administrativo e resolve essa perda, através de soluções estudadas e discutidas pela equipa de manutenção para que não se torne sistemática, o objetivo é extinguir as perdas. Um dos métodos mais utilizados neste pilar é o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

5º Pilar - Segurança Higiene e Meio Ambiente – retrata melhorias ao nível da segurança higiene e meio ambiente através de atividades centradas na prevenção de acidentes, quer pessoais quer ambientais. O objetivo é eliminar as condições inseguras – questões físicas que podem causar acidentes (falta de proteções, sensores de proteção danificados, etc.), podendo ser eliminadas através de melhorias, e os atos inseguros – incumprimento de regras ou normas (exemplo: operador desliga um sensor de segurança).

6º Pilar - Manutenção da Qualidade – refere-se à manutenção da qualidade dos processos e produtos. Por exemplo, de que modo as condições dos equipamentos que produzem afetam ou não, a qualidade dos produtos. Estas atividades de análise visam garantir a qualidade dos produtos no processo produtivo, este pilar pretende atingir a meta dos “zero defeitos”.

7º Pilar – Controlo Inicial – começa pela elaboração de uma estrutura de controlo inicial dos equipamentos. Muitas das perdas que ocorrem nos processos produtivos têm a sua origem em erros das fases de projeto e planeamento para as respetivas melhorias. Durante a fase de projeto dos equipamentos deve-se ter em consideração várias dimensões para analisar, para garantir facilidade de manutenção, custos de manutenção, dimensionamento, características de funcionamento, tipo de materiais etc. Neste pilar é analisado todo o ciclo de vida dos equipamentos numa abordagem terotecnológica^{*2}.

8º Pilar - Gestão Administrativa – o aumento da eficiência das áreas administrativas deve-se à eliminação das perdas dos processos administrativos. O “produto” da área administrativa deverá ser produzido de forma mais rápida e com maior qualidade.

2.4.3- Indicadores de desempenho -OEE

Para se obter sucesso na implementação do método TPM, deve existir uma forma de análise eficiente que se molda a todos os processos. Segundo alguns autores como Muchiri, afirmam que a manutenção não é responsável por todas as perdas na produção por exemplo perdas de velocidade e de qualidade (Muchiri *et al.*, 2011). Para controlar esta evolução e a *performance* das perdas do TPM deve-se proceder a diversos métodos e técnicas sendo a mais aceite e utilizada, como avaliação quantitativa, o OEE – “Overall Equipment Effectiveness”. Este conceito foi lançado por Seiichi Nakajima na década de 1960 (Bash, 2015). O efeito pela redução de avarias e de defeitos traduz-se na melhoria da taxa de produção com uma redução de custos (Nakajima, 1988).

Na vasta bibliografia sobre o tema, alguns dos autores referem que a aplicabilidade do OEE permite com que, o fabrico de um produto dependa do equipamento de produção, fundamentalmente do tempo da operação efetiva e da capacidade máxima para uma qualidade de produção eficiente.

2-Terotecnologia é a gestão económica de bens, ou seja, uma espécie de ciência aplicada para medir valores de operação de ativos fixos ou físicos.

O OEE é determinado pelas análises das perdas na produção, o seu cálculo abrange três fatores relacionados com o equipamento sendo estas, Disponibilidade, Desempenho e Qualidade (Gupta and Vardhan, 2016).

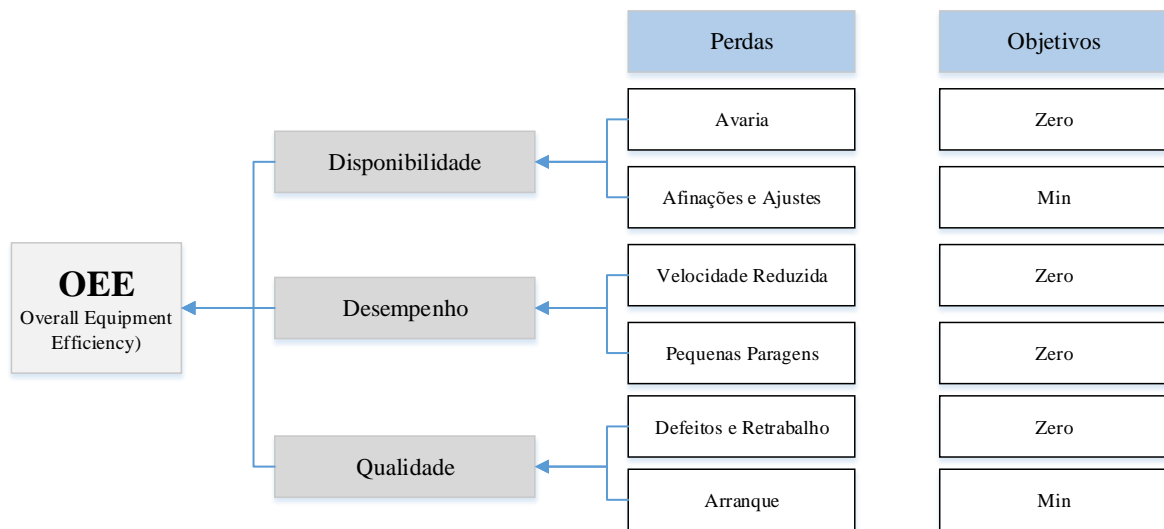


Figura 2. 18- Perdas e Objetivos (OEE)

Disponibilidade Operacional (*Operative Availability*) define-se como a disponibilidade a relação de um determinado tempo em que o equipamento está disponível para produzir e o tempo operativo total de disponibilidade, sem interrupções. A disponibilidade é esclarecida pela equação:

$$Disponibilidade = \frac{\text{Tempo Efetivo Operação (TEO)}}{\text{Jornada de Trabalho (JT)}} = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} \quad (2.1)$$

- TEO (Tempo Efetivo de Operação) – caracteriza-se por tempo relativo do trabalho menos o tempo relativo às paragens não programadas (avarias, *setup's*, afinações, mudanças, e outras paragens prolongadas).
- JT (Jornada de Trabalho) – define-se como o tempo total disponível do equipamento subtraindo os tempos de paragens planeadas. Contabilizando todos os períodos de interrupção planeados no processo, como por exemplo formações, mudança de produtos, investimentos, produção limitada, paragens planeadas, problemas no planeamento da produção, reuniões, fatores externos e falta de recursos.
- MTBM (*Mean Time Between Maintenance*) – representa o tempo médio entre as intervenções de manutenção nos equipamentos.

- MDT (*Mean Down Time*) – representa o tempo médio de paragens dos equipamentos para cada tarefa da manutenção.

Taxa de Desempenho (*Performance Rate*) destina-se ao desempenho ou taxa de rendimento. Determina-se fundamentalmente através da relação entre a velocidade real e a velocidade nominal de produção do equipamento. O desempenho esclarece-se através da equação:

$$\text{Desempenho} = \frac{\text{Taxa Produção Real (TPR)}}{\text{Taxa Produção Ideal (TPI)}} = \frac{TEO - TBD}{JT - TPN} \quad (2.2)$$

- TPR (Taxa de Produção Real) – é um número de unidades produzidas durante o tempo operacional. Este valor é afetado por pequenas paragens (normalmente inferiores a 10min cada) reduzindo a velocidade do equipamento.
- TPI (Taxa Produção Ideal) – representa o número de unidades teoricamente possíveis de produzir no mesmo tempo operacional.
- TBD (Tempo de Baixo Desempenho) – caracteriza-se pelas perdas de velocidade do equipamento, e a qualidade do produto realiza-se pelos testes de funcionamento (velocidade). O baixo desempenho realiza-se através de transições, devido à falta ou não conformidade de matérias-primas, pequenas paragens, operações em vazio, produção reduzida com baixa qualidade sem os padrões exigidos, falhas de processo e por fim falhas no arranque.
- TPN (Tempo de Paragem não Programadas) – define-se por os tempos de paragens não planeadas. Tendo múltiplos exemplos, como falhas e mau funcionamento, utilizações incorretas dos equipamentos, erros humanos, paragens e intervalos desnecessários, troca de ferramentas não planeada, limpezas não planeadas, regulações e ajustes não planeados, testes de qualidade não previstos, causados por falhas de comunicação.

Taxa de Qualidade (*Quality Rate*) refere-se à qualidade na produção de unidades sem defeitos relativamente ao volume total de produção no tempo operacional.

$$Qualidade = \frac{Produtos\ Conformes\ (PC)}{Produção\ Total\ (PT)} \quad (2.3)$$

- PC (Produtos Conformes): Valor correspondente à quantidade total produzida menos a quantidade de unidades rejeitadas.
- PT (Produção Total): Número de unidades produzidas total.

2.4.4- Indicadores de Desempenho da Manutenção

A Norma Europeia 15341:2009 descreve um sistema de gestão de indicadores KPI (*Key Performance Indicator*) para avaliar o desempenho da manutenção, sob a influência de diversos fatores, tais como: económicos, técnicos e de gestão. Estes indicadores servem para avaliação da eficiência das melhorias para que alcancem a excelência da manutenção e dos respetivos equipamentos de produção bem imobilizados. A tabela 2.6 ilustra o cálculo dos indicadores técnicos nível 3, mais relevantes no contexto da dissertação.

Tabela 2. 6- Indicadores técnicos de manutenção nível 3 (EN 15341, 2009)

Indicadores	Cálculo
T8	$\frac{\text{Tempo de indisponibilidade provocado por manutenção preventiva}}{\text{Tempo total de indisponibilidade devido a manutenção}} \times 100$
T11	$\frac{\text{Número de avarias que provocam acidentes}}{\text{Numero total de avarias}} \times 100$
T17	$\frac{\text{Tempo total de funcionamento}}{\text{Numero de avarias}} \times 100 \rightarrow \text{MTBF}$
T21	$\frac{\text{Tempo total de reparação}}{\text{Numero de avarias}} \times 100 \rightarrow \text{MTTR}$

O desempenho da manutenção resulta a partir da utilização eficiente dos recursos para manter ou restabelecer a condição de um bem. Para que este possa cumprir a sua função requerida, obtendo o resultado de produção esperado.

No entanto, o sector da manutenção depara-se com múltiplos fatores, externos e internos, para a aplicação das suas tarefas tais como: a localização e dimensão dos equipamentos e os seus acessos, a formação adequada para conhecimento de processos, ferramentas e técnicas

de transformação dos serviços, taxa de utilização e idade tanto dos equipamentos como dos colaboradores e operários.

O desempenho é garantido pela implementação da manutenção corretiva, preventiva e de melhoria contínua, usando mão-de-obra, informação, materiais, metodologias de organização, ferramentas e técnicas de execução (EN 15341, 2009)

A tabela 2.7 descreve os fatores e a definição dos indicadores técnicos nível 3, mais relevantes no contexto da dissertação.

Tabela 2. 7- Fatores e Definições de Indicadores Técnicos de Manutenção (EN 15341, 2009)

Indicadores	Fatores	Definições
T8	Tempo de indisponibilidade provocado por manutenção preventiva	Intervalo de tempo durante o qual o bem está indisponível devido a manutenção preventiva
	Tempo total de indisponibilidade devido a manutenção	Intervalo de tempo durante o qual o bem está indisponível devido a manutenção.
T11	Número de avarias que provocam acidentes	Número de avarias que, provocando acidentes, deram origem a perda de um ou mais dias de trabalho.
	Número total de avarias	Avaria: Cessaçãõ da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida.
T17	Tempo total de funcionamento	(ver T1)
	Número total de avarias	(ver T11)
T21	Tempo total de reparação	Somatórios dos tempos de reparação das diversas avarias. Tempo de reparação: intervalo de tempo durante o qual um bem está em estado de indisponibilidade devido a avaria.
	Número total de avarias	(ver T11)

A medição e análise dos indicadores de desempenho (KPI) da manutenção podem auxiliar a gestão na definição de objetivos, planejar estratégias e ações e partilhar resultados a fim de informar e motivar os recursos humanos.

Os indicadores de desempenho da manutenção que esta norma estabelece, deverão ser utilizados na medição do estado dos seus equipamentos para estabelecer comparações (*benchmarking* interno e externo), seguindo dois passos:

- Análise dos pontos fortes ou fracos, identificar e definir objetivos a alcançar;
- Planear ações de melhoria contínua para obter resultados a longo-prazo.

Capítulo 3 – Modelo IASVP

O modelo proposto para a implementação de ferramentas de desenvolvimento e aplicação do *Lean Thinking* seguiu princípios, conceitos e métodos *Lean* internacionalmente reconhecidos e de grande relevância para a sua aplicação ao sector da manutenção. A sua principal ação consiste em eliminar os desperdícios e perdas no Departamento de Manutenção. Este modelo foi aplicado com base de estrutura do modelo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

3.1- Metodologia PDCA

PDCA é uma junção de palavras que significa, *Plan, Do, Check, Act*, conhecido também como Método de Melhorias Contínuas. A metodologia PDCA, ciclo PDCA, ciclo de Shewhart ou ciclo de Deming provém da filosofia e aplicação de melhorias contínuas, em que, a última etapa de um ciclo determina o início de um novo ciclo. Surgiu em 1950 pelo americano estatístico, professor universitário e consultor William Edwards Deming, reconhecido pela melhoria dos processos produtivos nos Estados Unidos durante a Segunda Guerra Mundial, sendo mais conhecido pelo seu trabalho no Japão. Instruiu à *Japanese Union of Scientist and Engineers* (JUSE) como melhorar projetos, qualidade de produto, testes e vendas através de vários métodos, incluindo a aplicação de métodos estatísticos como a análise de variantes e testes de hipóteses (Sachdev and Agrawal, 2017).

Em 1939 durante o trabalho como físico e matemático no Laboratório de Pesquisas de Fixação de Nitrogênio do Departamento de Agricultura dos Estado Unidos (USDA), Deming, conheceu Walter A. Shewhart, que era considerado o “pai” do Controlo Estatístico do Processo. Publica em 1931, o livro *Economic Control of Quality of Manufactured Product*, no qual confere um carácter científico às questões relacionadas à qualidade. Em 1939 publica o livro *Statistical method from the viewpoint of quality control* propondo oficialmente um novo modelo de produção denominado “*plan-do-see*” (planear, executar e olhar) (Moen and Norman, 1939).

As organizações industriais já conheciam os três processos da produção em massa, pela especificação, produção e inspeção. Ishikawa relembra que Taylor recomendava que *plan-*

do-see é uma referência para o planejamento das etapas básicas de um processo produtivo (Taylor, 1995). Esses processos agrupam-se numa sequência linear simples que representa o funcionamento da indústria naquela época, como ilustra a figura 3.1 (Ishikawa, 1986).

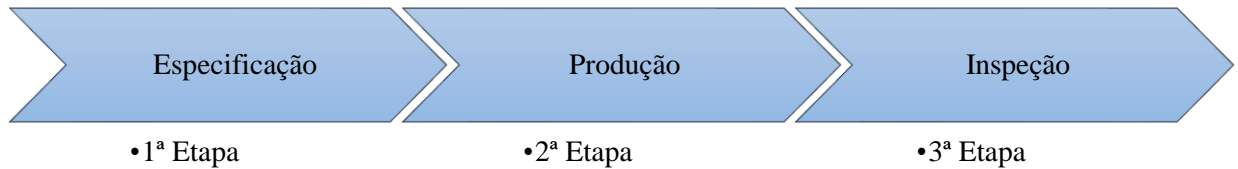


Figura 3. 1- Sequência linear *Plan- Do- See*

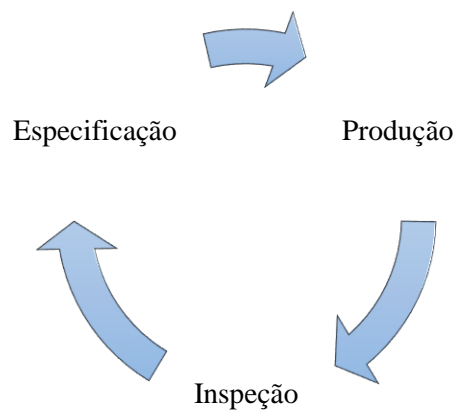


Figura 3. 2- Ciclo Shewhart

Em 1951, o ciclo de Shewhart (para desenvolvimento de produtos) progrediu, passando a ter as seguintes etapas (figura 3.2):

- a) Desenho do produto;
- b) Produzir e testar na linha de produção e no laboratório;
- c) Colocar no mercado;
- d) Testar no mercado por meio de pesquisas;
- e) Remodelar o produto com o intuito de satisfazer os clientes e recomeçar da primeira etapa do ciclo.

Shewhart percebeu que este modelo é também aplicável a processos repetitivos (figura 3.3), substituindo as etapas de desenvolvimento e comercialização de produtos por atividades de planejamento e análise de melhorias, mantendo o processamento cíclico (Moen and Norman, 1939).

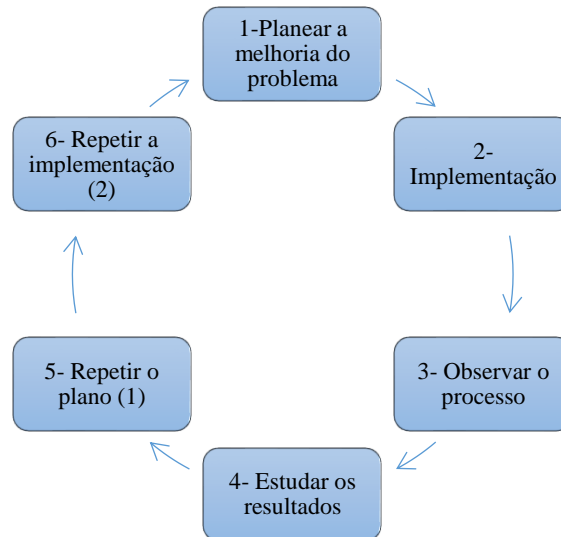


Figura 3. 3- Ciclo de Shewhart para processos repetitivos de melhoria

Este método passou ainda por novas fases. Na década de 80, Deming criou o *modelo plan, do, study, action* – PDSA – e defende a ideia de que o ciclo de Shewhart pode ser utilizado por qualquer pessoa em qualquer empresa, sem se restringir ao sector industrial, tornando-se universal. Deming preferia o ciclo PDSA (figura 3.4), pois ele incorporaria melhor a ideia original de Shewhart. Embora seja bastante popular nos Estados Unidos, esta ideia nunca “aderiu” no Japão, pois para eles o verbo *study*, em português “estudar”, é uma diretriz que não foi bem compreendida, sendo até considerada como uma ordem pouco significativa. O método em questão fundamenta-se em conceitos da “Teoria da Gestão Científica” de Taylor de 1903 e da “Teoria da Gestão Clássica” de Fayol em 1916, onde Taylor privilegiava as tarefas de produção das empresas e Fayol privilegiava a estrutura da empresa. (Fayol, 1989).

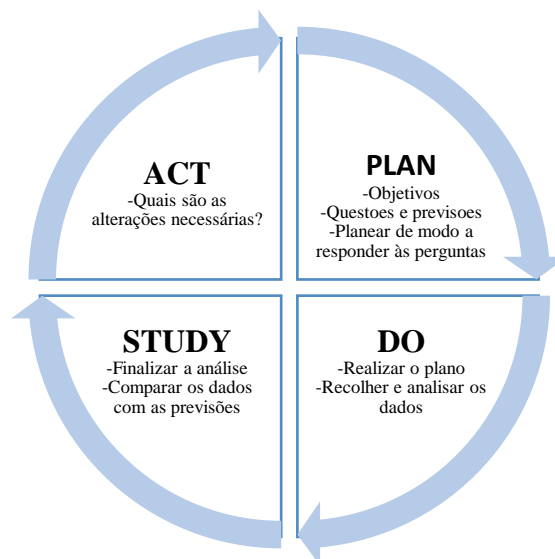


Figura 3. 4- Ciclo PDSA

Na mesma época, na década de 80, Ishikawa descobre o ciclo PDCA em 6 etapas (figura 3.5). Entendeu que os conceitos da teoria de Taylor “Plan”, “Do”, “See” não encaixava no raciocínio japonês. Deming (1990) após de rever o trabalho original de Shewhart desenvolveu, o PDCA *Cycle*, em homenagem ao criador do método. Assim, o modelo adotado no Japão passou a ser o “Plan-Do-Check-Action”, que é a designação final do PDCA conhecido nos dias de hoje. Em português, estas etapas podem ser traduzidas como “Planejar-Executar – Verificar – Agir”.

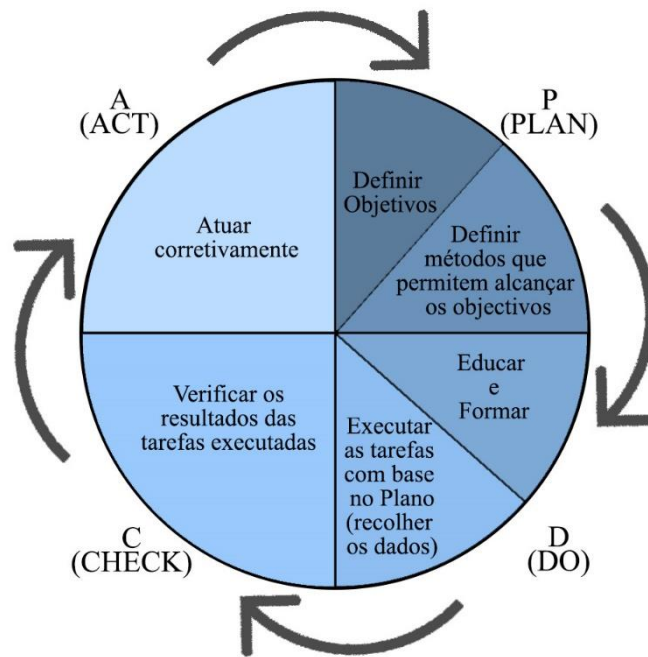


Figura 3. 5- Ciclo PDCA 6 etapas

Quanto aos fatores humanos, Deming (1990) dá importância a que os colaboradores orgulham-se do trabalho que executam, pois afirma que a maioria dos problemas de uma empresa são causados pelo sistema de gestão e não pelos operadores.

A base do trabalho de Deming é controlar processos através do uso de ferramentas e técnicas estatísticas. O ciclo PDCA encontra-se num lugar importante na melhoria contínua, a conclusão de uma volta do ciclo será o começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente. Seguindo no pensamento de melhoria de qualidade contínua, o processo sempre pode ser revisto e um novo processo poderá ser iniciado. O diagrama abaixo é muito conhecido entre os peritos de qualidade e em livros de gestão. Para obter a melhoria contínua, o PDCA precisa ser usado como um ciclo quanto às suas quatro fases em oito etapas. Sendo este ciclo representado numa rampa de melhoria conforme ilustrado na figura 3.6.

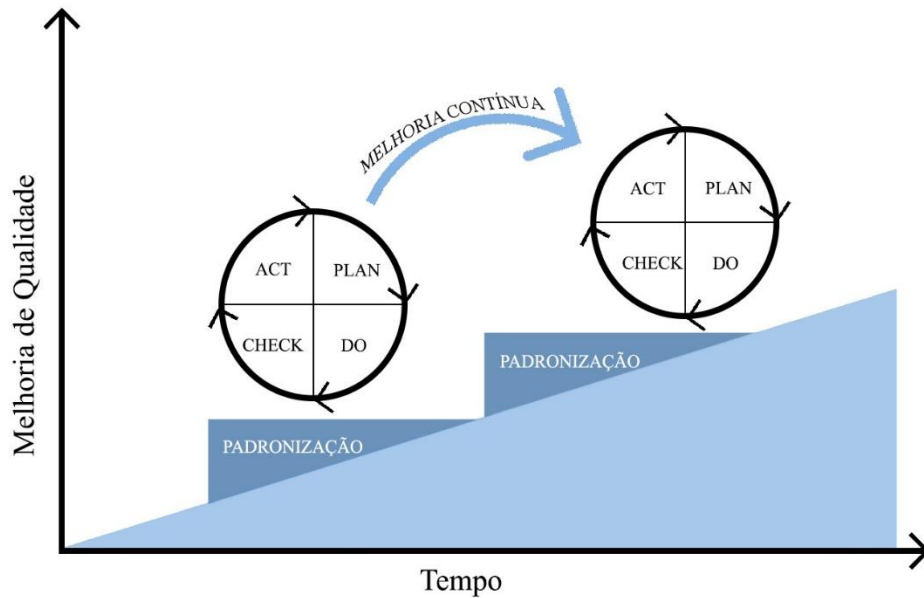


Figura 3. 6- Melhoria continua de desempenho/ performance

1ª Fase - *PLAN*

Sendo a primeira etapa do ciclo considerada a mais importante, pois a sua concretização baseia-se num plano bem estruturado e definido. Nesta fase é fundamental definir os objetivos e as metas que se pretende alcançar. Para isso o planeamento estratégico precisa de ser bem descrito simulando as condições de serviços ou processos. Desta forma, as metas só serão concretizadas por meio de métodos que contemplam as práticas e os processos, repartidas por quatro etapas:

1ª Etapa – Identificação do Problema – identificar o problema, as consequências e definir a melhor forma de avaliar os dados de análise e o objetivo.

2ª Etapa – Análise do Problema – investigar as causas do problema na qual a equipa selecionada procede à investigação das causas principais da avaria, utilizando as ferramentas, os registos de produção e de manutenção e de rastreabilidade se necessários.

3ª Etapa – Análise do Processo – analisar os processos e métodos em vigor e a eficácia dos mesmos. Os processos são analisados no local de trabalho de modo a verificar se o problema surge devido a uma ineficácia dos mesmos.

4ª Etapa – Plano de Ação – decidir sobre a ação corretiva e/ou preventiva a aplicar. Com base na análise feita nos pontos anteriores decidindo uma ou mais ações corretivas a aplicar. Por fim a elaboração um plano de ação onde se descrevem as ações, responsáveis e prazos.

2ª Fase – DO

Na segunda fase do ciclo, a fase da execução, tem como objetivo a realização com base nos planos definidos na primeira fase. Por esta razão é imprescindível a formação do colaborador, na perspectiva de viabilizar o cumprimento dos procedimentos aplicados na fase anterior. No decorrer desta fase precisam-se de adquirir informações que serão aproveitadas nas seguintes fases, exceto para aqueles colaboradores que acompanharam o planejamento e a formação na organização. Dando seguimento às etapas anteriores:

5ª Etapa – Execução – onde se disponibilizam os meios necessários para a implementação das ações corretivas. Implementar e acompanhar semanalmente o avanço das ações realizadas em relação ao previsto.

3ª Fase - CHECK

A terceira fase do ciclo PDCA é constituída pela verificação dos resultados. Na qual é feita a verificação do que foi planejado mediante os objetivos estabelecidos e dos resultados alcançados. Sendo assim, é necessário monitorizar e avaliar periodicamente os resultados e processos, confrontando-os com os objetivos, especificações e estados desejados. Prosseguindo as etapas, em que a:

6ª Etapa- Verificação – verificação da implementação das ações corretivas no prazo estipulado, caso as metas não tenham sido atingidas, volta-se à terceira etapa da primeira fase e aprofunda-se a análise. Após a verificação, procede-se à avaliação da eficácia das ações corretivas com base nos indicadores.

4ª Fase - ACT

É a última fase do ciclo, a fase da ação, onde consiste atuar de acordo com o avaliado e tendo em conta os resultados. É importante determinar e elaborar novos planos de ação, de forma a melhorar a qualidade, eficiência e eficácia, aperfeiçoando a execução e corrigindo eventuais falhas. Finalizando as etapas, seguem-se:

7ª Etapa – Revisão – rever todo o processo da solução do problema para futuros trabalhos. Elaborar um método a partir da ferramenta *Kaizen* aplicando a cada melhoria implantada, divulgar o caso de melhoria na empresa.

8ª Etapa – Padronização - Estabelecer padrões e incluir pontos-chave em rotinas de inspeção e verificação dos procedimentos, aplicar medidas para prevenir a ocorrência do problema e garantir a efetividade dos resultados ao longo-prazo.

Contudo o ciclo PDCA tem o propósito de resolver problemas e concretizar objetivos, passando por várias etapas (Figura 3.7) como a identificação do problema, análise do problema, análise do processo, estabelecimento do plano de ação, execução de tarefas, verificação dos resultados, padronização e conclusão. Para gerir os processos e sobretudo tomar decisões com maior precisão, é necessário trabalhar com base em dados obtidos através da implementação de melhorias, ou seja, informações adquiridas no processo. Por isso, existem técnicas importantes e eficazes designadas como Ferramentas *Lean*, capazes de proporcionar estes dados relacionados com o processo. Estas ferramentas passam a ter grande utilidade no momento em que as pessoas da empresa passam a dominar e praticar o método PDCA.

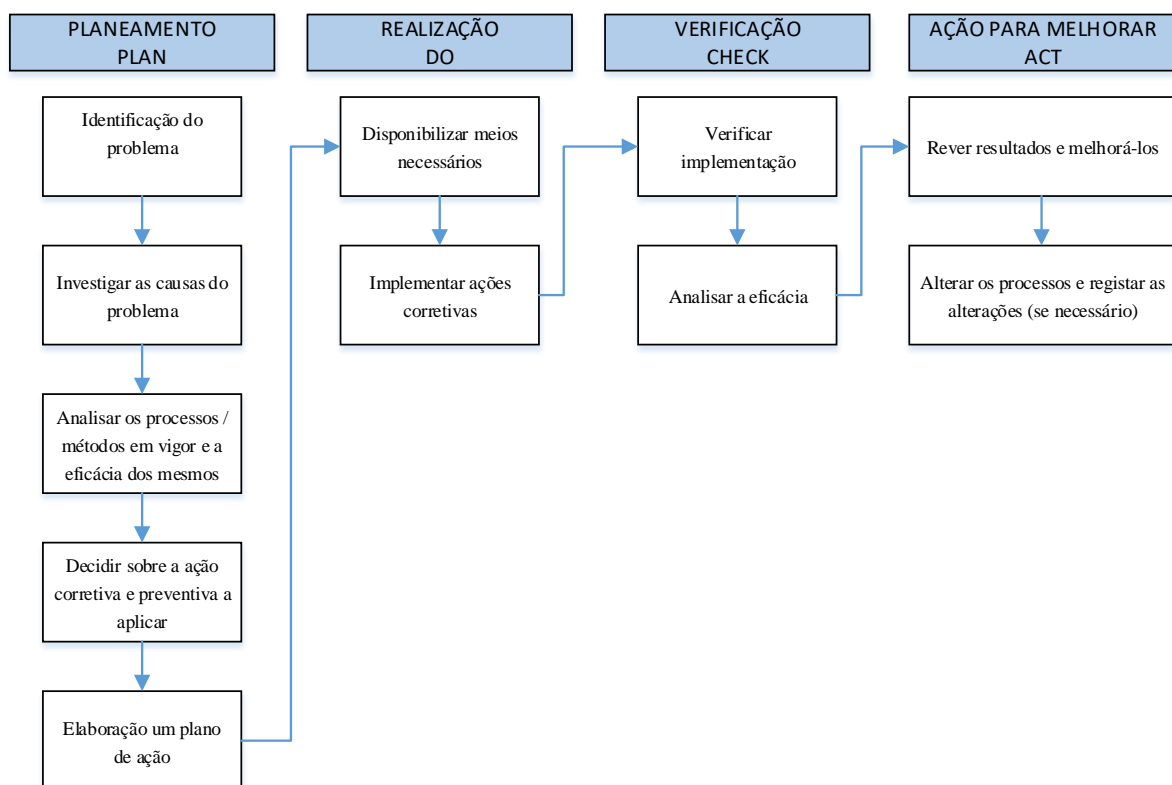


Figura 3. 7- Fluxograma da metodologia PDCA

Segundo Falconi (2015), o PDCA é um método simples e, ao mesmo tempo, eficaz quando é aplicado diariamente nas empresas. Os projetos são definidos de acordo com as necessidades específicas de cada cliente. Durante o seu processo, o maior desafio é fazer com que a própria empresa aprenda a encaminhar e melhorar sozinha a sua nova gestão. Para Falconi, no seu livro “O Verdadeiro Poder”, três fatores são fundamentais para a obtenção

de resultados: Liderança, Conhecimento Técnico e Método. A liderança é o fator mais importante numa empresa, sem esta nada acontece.

Liderar consiste em atingir metas consistentemente, no tempo certo e fazer o que é correto. Um bom líder deve obter resultados através das pessoas, na sua equipa, entre colaboradores e operadores. Logo o líder deve investir tempo substancial no desenvolvimento da sua equipa. Toda organização deve garantir um conhecimento técnico universal entre todos (Falconi, 2015).

3.2- Proposta do Modelo IASVP

Como referido anteriormente o modelo elaborado e proposto, baseia-se na metodologia PDCA e a conjugação de diversas ferramentas *Lean*. O conceito PDCA consiste na identificação, análise e solução dos problemas como falhas e interrupções na produção. No final de cada resolução do modelo, inicia-se novamente outro, de modo utilizar o conceito de melhoria continua. Pelo mesmo pensamento, desenvolveu-se o modelo IASVP, que agrupa as seguintes fases: Identificação do Problema, Análise do Problema, Solução do Problema, Verificação de Resultados e Padronização, como ilustra a figura 3.8.

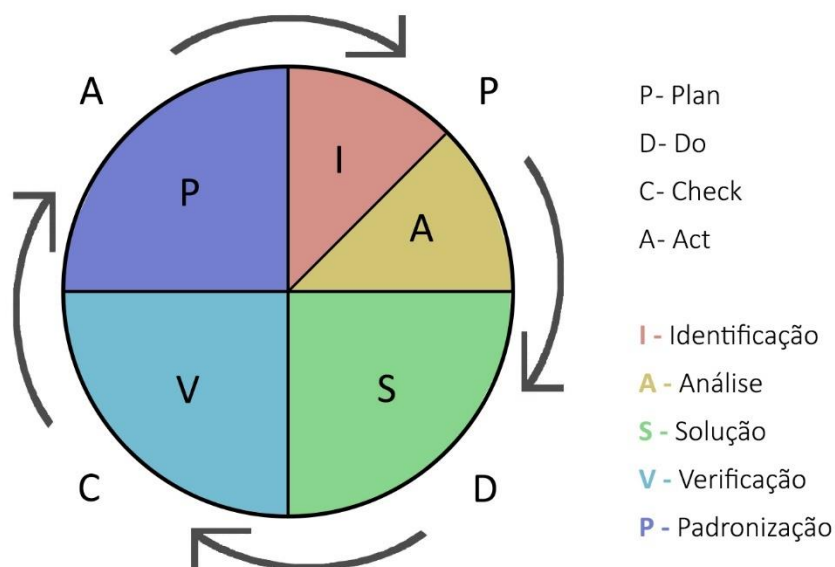


Figura 3. 8- Interligação entre o modelo PDCA e IASVP

Inicialmente, foi feita uma investigação de todas as ferramentas *Lean* existentes, que serviram como principal auxílio para a conjugação do modelo, motivando a sua implementação. Após a recolha necessária de ferramentas, procede-se à análise e comparação com o modelo criado, comparando cada fase com as etapas das ferramentas aplicadas, apresentadas abaixo, na Tabela 3.1. Anteriormente à colocação em prática deste novo método, deve-se proceder a todas as fases, de modo a que não exista falhas.

1ª Fase - Identificação do Problema: serve para identificar as condições e componentes dos equipamentos, descrevê-los conforme o processo do método.

2ª Fase - Análise do Problema: após a investigação analisa-se os processos e métodos em vigor e a sua eficácia.

3ª Fase - Solução do Problema: elabora-se um plano para executar as suas ações.

4ª Fase - Verificação dos Resultados: verifica-se através da execução da etapa anterior e analisa-se os resultados obtidos. Caso os objetivos não sejam cumpridos volta-se à segunda fase.

5ª Fase – Padronização: trata-se de padronizar, para alcançar zero avarias. O processo do modelo IASVP está representado na Tabela 3.2.

3.2.1- Ferramentas *Lean* para implementação do modelo IASVP

Com a literatura verificada anteriormente, identificaram-se ferramentas e metodologias *Lean* que possam ser utilizadas em cada fase do modelo IASVP.

Tabela 3. 1- Ferramentas Lean que possam ser aplicadas ao modelo IASVP

Ferramentas Lean	I	A	S	V	P
	Identificação de Problema	Análise de Problemas	Soluções e criação de valor	Verificação de Resultados	Padronização
Good housekeeping: 5S			X		X
Identificação dos 3M- Muri, Mura e Muda	X				
Os 7 desperdícios (mudas) - 7W (seven wastes)	X				
SMED (Single Minute Exchange of Die)			X		
VSM (mapeamento da cadeia de valor)	X	X			
5Why's (os 5 porquês)		X			
Formula 5W e 5W2H	X	X	X		
Histograma de frequências	X	X		X	
Diagrama Pareto - Análise ABC	X			X	
Diagrama Ishikawa (diagrama causa-efeito)		X	X		
Folha de verificação (check sheet)				X	
Fluxograma (flow chart)	X				
Diagrama esparguete	X	X			
Brainstorming		X	X		
Kaizen		X	X		X
Relatorio A3 (A3 Report)					X
Sistema de controlo de operações kanban			X		
Nivelamento da produção: Heijunka					X
Sistema Just In Time (JIT)/Pull system			X		
Sistema de duas caixas (two bin system)					X
Hoshin kanri (desdobramento da estratégia)		X			
Quadro Andon e Gestão Visual					X
Poka-yoke e Jidoka (sistemas à prova de erro)					X
Milkrun (Mizusumashi)		X			
Layout celular e takt time		X			
Quality Function Deployment (QFD)	X	X			
OPL (One Point Lesson)					X
Voice of Customer (VOC) e House of quality (HOQ)	X				
Hou-ren-sou (gestão pela comunicação)					X
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)		X	X		
Value Stream Analysis and Design (VSA/D)	X	X			
Diagrama SIPOC(Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customer)	X				
Ciclo DMAIC/DMADV, PDCA/CAPDO	X	X	X	X	X
Carta Controlo Estatístico	X	X		X	
Gráfico radar (radar chart)	X	X		X	

3.2.2- Processo de implementação do Modelo IASVP

Cada fase do modelo é composta por várias etapas. Na tabela 3.2 ilustra um resumo do processo do modelo IASVP bem como as ferramentas aplicadas em cada etapa.

Tabela 3. 2- Processo do modelo IASVP

Fase	Etapa		Descrição	Ferramentas <i>Lean</i>
I Identificação do Problema	Etapa 1	1.1	Identificação do equipamento Utilizar ferramenta de identificação de problema, 5W (What, Who, Why, Where, When) <ul style="list-style-type: none"> ● Identificar o sector de produção com maior tempo de manutenção corretiva ● Identificar o(s) equipamento(s) com maior taxa de avarias ● Identificar o(s) objetivos(s) e o(s) equipamento(s) para atingir as zero avarias 	5W
		1.2	Condições do equipamento Compreender as estruturas, mecanismos e funções do equipamento <ul style="list-style-type: none"> ● Descrição do processo de produção do equipamento identificado ● Preparar desenhos técnicos ilustrando a instrutura interna dos equipamentos e adquirir manuais de instrução. 	Histograma
		1.3	Componentes do equipamento Preparar desenhos técnicos do equipamento, manual de instrução, etc. Cada equipa deve falar sobre as estruturas internas, mecanismos e as funções de cada componente. <ul style="list-style-type: none"> ● Identificar os principais constrangimentos técnicos devido ao equipamento e devido a ações humanas 	Diagrama Pareto
A Análise do Problema	Etapa 2	2.1	Investigar as causas do problema Ilustrar as diversas partes do equipamento <ul style="list-style-type: none"> ● Identificar principais zonas críticas que afetam o desempenho do equipamento ● Identificar requisitos do equipamento e condições normais de produção 	Brainstorming
		2.2	Analisar os processos / métodos em vigor e a eficácia dos mesmos Descrever o problema e identificar a ocorrência do mesmo <ul style="list-style-type: none"> ● Recolher dados com base no registo efetuado ● Identificar e analisar os principais locais e os respetivos componentes críticos ● Ilustrar desenhos técnicos do local a analisar ● Analisar em detalhe o principal local identificado ● Identificar principais componentes críticos e principais causas de avaria 	4M Gráfico Radar 5Why's
S Solução do Problema	Etapa 3	3.1	Elaborar um plano de ações Utilizar a ferramenta para identificar as principais causas do problema <ul style="list-style-type: none"> ● Identificar os 4M (Men, Machine, Methods, Materials) através da análise realizada na primeira fase ● Utilizar a ferramenta de análise para identificar a raiz do problema ● Criar folha avançada da ferramenta 5Why's ● Utilizar desenhos técnicos e identificar componentes que possam originar a avaria ● Identificar todas as possíveis causas de avaria do equipamento 	5W2H
		3.2	Execução da(s) ação(ões) Elaboração de plano de ação <ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar a ferramenta 5W2H (What, Who, Why, Where, When, How cost, How is going) ● Realizar ações corretivas e preventivas, com base no conhecimento adquirido nas etapas 1, 2 e 3. 	Gestão Visual Kaizen
V Verificação dos Resultados	Etapa 4	4.1	Verificar implementação e Analisar os resultados Com base no plano elaborado na primeira fase, verificar e analisar o comportamento do equipamento selecionado <ul style="list-style-type: none"> ● Verificação da implementação das ações corretivas e preventivas no prazo estipulado ● Analisar a evolução dos parâmetros selecionados ● Evolução do número de intervenções de manutenção corretiva no equipamento selecionado ● Evolução de avarias nas zonas críticas do equipamento selecionado 	Carta Controlo Estatístico
P Padronização	Etapa 5	5.1	Padronização para zero avarias Estabelecer padrões e incluir pontos chaves em rotinas de inspeção e verificação <ul style="list-style-type: none"> ● Elaboração de OPL's (One Point Lesson) ● Aplicação de medidas para prevenir a ocorrência do problema e para garantir a efetividade dos resultados ao longo do tempo ● Rever todo o processo da solução do problema para trabalhos Futuros ● Divulgar o caso de melhoria na empresa. 	OPL's Relatório A3

Capítulo 4 – Caso Estudo

4.1- Apresentação da Empresa – SEDA Ibérica

A SEDA Ibérica Embalagens, S.A, sediada em Paço de Arcos nasceu da junção do grupo SEDA International Packaging com a Novembal em 2005. É uma empresa que se dedica à produção e comercialização de embalagens para produtos alimentares no mercado nacional e internacional. Exporta os produtos para toda a Península Ibérica – Portugal e Espanha e uma parte para França. A sua atividade iniciou-se em Itália, sendo reconhecida mundialmente como uma organização de ciência, tecnologia, inovação e *design*.

A SEDA Ibérica faz parte do grupo SEDA International Packaging que é um grupo internacional especializado na conceção, desenvolvimento e produção de embalagens de cartão e plástico, embalagens flexíveis e embalagens para recipientes especiais oferecendo uma gama completa de soluções para diferentes mercados. Atualmente é líder no mercado no sector de comercialização e produção de embalagens alimentares e não alimentares contendo sedes e instalações em Nápoles, Itália, Portugal, América do Norte, Inglaterra e Alemanha.



A SEDA dispõe um serviço de excelência através do empenho e dedicação das suas equipas. Desde 1964, o grupo SEDA tem vindo a fornecer soluções de embalagens inovadoras e conhecimentos especializados para as marcas mais conhecidas, tais como se ilustra na Figura 4.1.



Figura 4. 1- Clientes da SEDA Ibérica

Um dos seus objetivos é garantir um nível qualitativo dos produtos e serviços que satisfaçam plenamente todos os clientes. Para tal, tem de implementar melhorias em todas as atividades dos sectores distribuídas pelos demais grupos dispersos. Estas implementações devem fornecer aos clientes um valor de excelência que excede as suas expectativas, inovar tanto o produto como os seus processos, pensar e planear métodos de forma sustentável a longo-prazo, respeitar e apoiar as companhias envolvidas e cumprir os mais altos padrões de integridades, alcançar ética e agir com justiça.

O alcance de tais objetivos deve ser resultado de uma estrutura que atue dentro de um Sistema da Qualidade, devendo definir as especificações técnicas e qualitativas do produto, definir os cadernos de encargos técnicos de aquisição das matérias-primas, usar processos produtivos e técnicas de controlo que garantam a conformidade do produto, incluindo garantia de conformidade do produto pelo uso previsto. Deve-se investir nas ações de formação contínuas, para um aumento de potencial e de responsabilização de todos os colaboradores, possuindo um sistema periódico da qualidade da empresa para assegurar a sua eficácia ao longo-prazo. Através de novas implementações de programas e metodologias de melhoria contínua em todos os sectores da empresa e aplicar ações corretivas para eliminar as causas das não conformidades. Todos os trabalhadores são responsáveis pela obtenção destes objetivos na sua atividade diária, ao empenhar-se com dedicação e profissionalismo de modo a que, os mesmos se tornem, não só compromissos individuais, mas também coletivos.

4.1.1- Descrição das Atividades Industriais

A atividade industrial da SEDA Ibérica é constituída por dois processos industriais diferentes: produção de copos de cartão (Figura 4.2) e produção de embalagens de cartão (Figura 4.3).

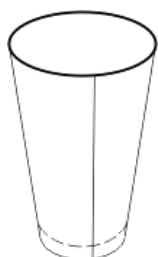


Figura 4. 2- Copos de Cartão (protótipo)

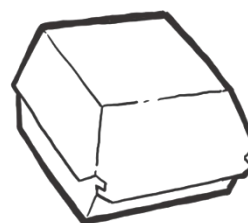


Figura 4. 3- Embalagens de Cartão (protótipo)

Produção de Copos de Cartão

Na produção de copos, o primeiro passo, é a armazenagem de matérias-primas, que se designam como bobines de cartão reciclado. Quando estão prestes a serem utilizadas para impressão, as bobines são transportadas e alinhadas aos equipamentos de impressão sendo preparadas para entrar nestes. O passo seguinte é a impressão e corte em equipamentos de tecnologia de Flexografia (Figura 4.4). Neste tipo de equipamentos a bobine de cartão é desenrolada e passa através dos vários corpos de impressão, recebendo em cada um deles uma tinta de cor diferente. Após a impressão e rápida secagem, a tira de cartão entra num conjunto de matriz e cortante, onde cada embalagem impressa é separada, por corte, pela tira da bobine. No plano da tira da bobine de cartão, entre as várias unidades impressas, existem pequenas tiras de cartão não impresso, que constituem as aparas de desperdício, que são, nesta fase de corte, separadas e aspiradas por uma instalação de aspiração. Para maximizar a qualidade dos futuros copos, antes da próxima fase é necessário um tempo de espera, para secagem das tintas, à temperatura e atmosfera ambientes necessários. E até à conclusão destas duas fases os copos são ainda bidimensionais.

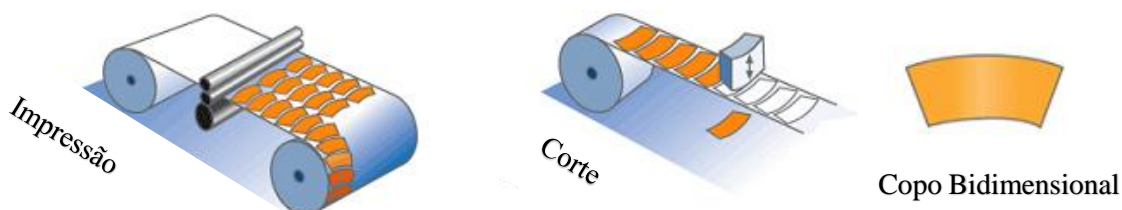


Figura 4. 4- 1ª Etapa do Processo de Produção de Copos

A próxima etapa é a formação de copos, em que estas unidades impressas, bidimensionais, entram em equipamentos que lhes dão a sua forma tridimensional, selam o fundo e colam todo o conjunto (Figura 4.5). Estes equipamentos designam-se por Contessas e Supercontessas. A variedade de copos, assim sucessivamente formados, são agrupados em grupos, sendo envolvidos e protegidos numa película plástica, pelas quantidades que são impostas.

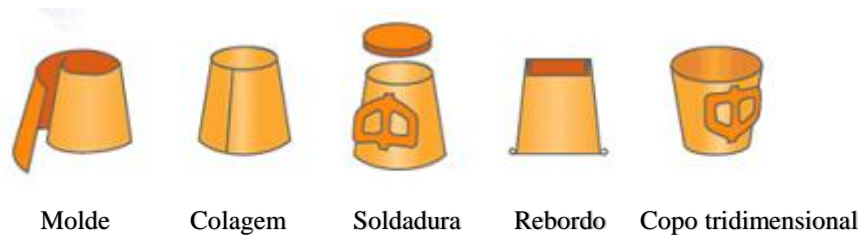


Figura 4. 5- 2ª Etapa do Processo de Produção de Copos

Os vários conjuntos são colocados, dentro de caixas de cartão canelado e são colocadas numa palete, que é posteriormente envolvida em filme plástico com uma máquina envolvedora. No final os produtos acabados seguem para o armazenamento, designado como *stock* da empresa, para posteriormente terem a sua expedição e transporte para entrega nas instalações dos clientes.

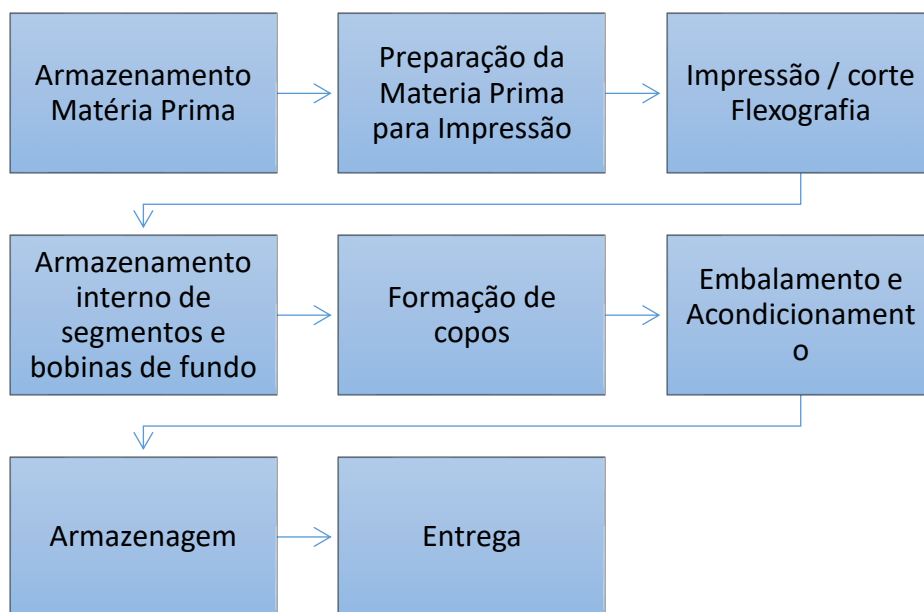


Figura 4. 6- Diagrama de Fabrico de Produção de “copos de cartão”

Produção de embalagens

O primeiro passo para a produção de embalagens de cartão, é o armazenamento de matérias-primas, como cartolinas de cartão reciclado. Todas as folhas de cartolina passam numa operação de preparação de matéria-prima, que consiste numa “sopragem” e vibração, com o objetivo de se separar e limpar convenientemente, cada folha de cartolina. Para este tipo de operação são utilizados equipamentos designados como Vira Pilhas.

A fase seguinte é a de impressão e envernizamento, coloca-se os pilhas de cartolinas em equipamentos de impressão, de tecnologia Offset, após a qual se sucede a um tempo de espera, para maximizar a qualidade de impressão, para a secagem de tintas e de verniz, à temperatura e atmosfera ambientes precisas, num local para armazenamento intermédio.

Até esta fase, as embalagens, estão impressas em formato bidimensional. A próxima fase é o processo corte e vinco em que cada embalagem é separada individualmente das restantes, numa operação de corte e posteriormente são feitos os vincos, que permitem que em fases seguintes as embalagens possam ser dobradas e formadas, dando origem a formas tridimensionais. É nesta etapa que é separada a área útil, de cartão impresso, que corresponderá à embalagem, das pequenas áreas de cartão não impresso, que são rejeitadas como aparas de desperdícios. Este processo de corte é utilizado em equipamentos designados como Corte e Vinco, que podem ser utilizados papel de formato pequeno ou grande. Uma vez que todas estas fases de produção não são realizadas na mesma linha de produção, mas em equipamentos diferentes e em diferentes secções da fábrica. O processo total não é em linha, existindo por esta altura, outro armazenamento de produto intermédio, à espera de disponibilidade para entrar em produção nas fases seguintes. Dependendo do produto, este pode ser formado e/ou colado, na sua forma tridimensional final, na secção de equipamento designados por Coladoras ou simplesmente envolvido em plástico retráctil, ainda na sua forma bidimensional, em equipamentos de *wrapping* designados como Cates.

As embalagens são por fim são agrupadas e protegidas dentro de caixas de cartão canelado e colocadas numa palete, que é posteriormente envolvida em plástico. Seguindo por fim ao seu armazenamento final de produto acabado para posterior expedição e transporte para entrega nas instalações do cliente.

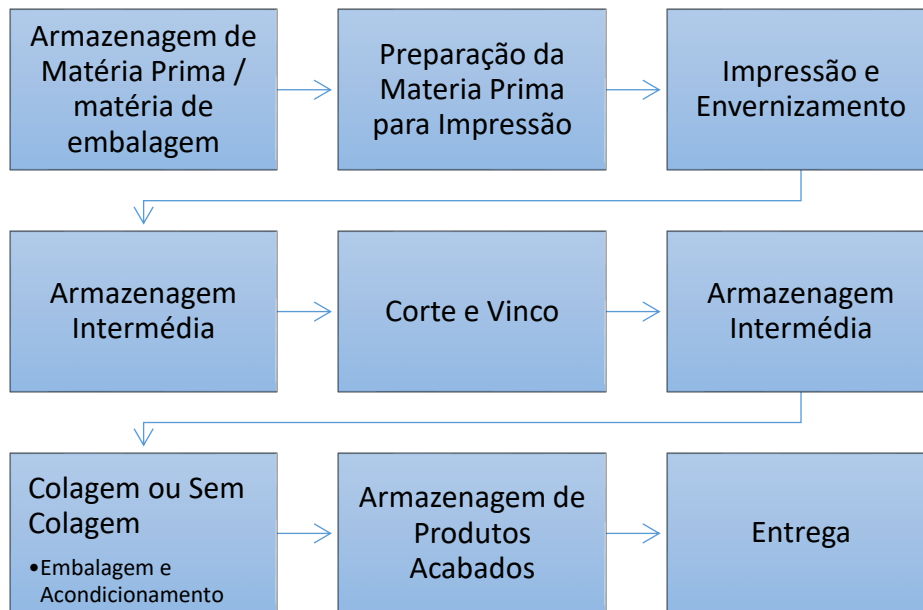


Figura 4. 7- Diagrama de Fabrico de Produção de “embalagens de cartão”

4.1.2- SEDA Ibérica e o TPM

O conselho de administração do Grupo SEDA implementa em todas as empresas industriais e internacionais, incluindo naturalmente a SEDA Ibérica, o modelo TPM (Total Productive Maintenance) de otimização dos recursos fabris, desde a aquisição da matéria-prima e materiais de manutenção até à entrega do produto final ao cliente, fazendo com que o sector de manutenção preste auxílio à gestão dos equipamentos e ao sistema de produção. Esta metodologia TPM, como dito anteriormente, trata-se de uma melhoria contínua, aplicada transversalmente a todas as áreas da empresa, que tem como principais objetivos alcançar as zero perdas, zero defeitos e zero acidentes. Assim, a eficiência, a segurança e a prevenção de acidentes e de doenças profissionais, são objetivos fulcrais deste programa de melhoria contínua, concebendo múltiplos trabalhos diariamente nas várias vertentes do método. Apresenta resultados de absoluta impressibilidade, em que a empresa tem de se manter em condições para obter sucesso, perante todos os desafios, mantendo-se competitiva perante o confronto com outras empresas, não só a nível europeu, mas também mundial, que continuamente tem de se defrontar. A ferramenta TPM considera como elemento fundamental da empresa, os seus trabalhadores e a relação dos mesmos com todo o processo, razão pela qual a focalização no envolvimento do elemento humano é a sua principal vertente de atuação.

Este modelo consiste em que as pessoas trabalhem em equipa sendo essas equipas responsáveis por cada equipamento de produção e são integradas por elementos de diversas áreas funcionais, dos demais sectores, organizadas de uma forma independente perante a função que cada um exerce habitualmente na empresa. Particularizando o método, a SEDA Ibérica aplica várias das suas ferramentas de apoio, tais como, o método de 6S's, uma moderna ferramenta de *housekeeping*, que melhora e sustenta diariamente, a organização, arrumação e limpeza de todos os espaços da empresa, contribuindo assim também para os objetivos de HST (Higiene e Segurança no Trabalho). Este sistema foi introduzido para uniformizar procedimentos internos e tornar a rotina de trabalho mais eficaz para aumentar o nível de eficiência, mesmo que numa empresa de produção gerem-se “perdas” devido a decorrentes de períodos de paragem, reparações, remodelações, etc.

Contudo o objetivo do TPM é reduzir estas “perdas” ao máximo, pressupondo um elevado nível de padronização, bem como funcionários qualificados. O apoio de todos é fundamental para a obtenção de bons resultados bem como alcançar os objetivos planeados condicionando a continuidade da empresa.

4.1.3- Sector de Manutenção

O departamento de manutenção é responsável pela manutenção dos edifícios como pela manutenção de equipamentos de produção. Nos edifícios, a manutenção é efetuada em equipamentos como, bombas de vácuo, compressores e sistema de incêndios.

Na produção, a manutenção é realizada nos equipamentos do sector de impressão, do sector de corte e vinco, molde e colagem de embalagens de cartão, sendo que nos equipamentos do sector de produção de copos em cartão, a sua responsabilidade rege-se por uma equipa de mecânicos dedicados à manutenção desse sector (ver anexo II)

São no total cerca de 150 equipamentos (equipamentos internos externos), com produção ativa realizada em 3 turnos de trabalho. O departamento da manutenção possui uma equipa no total de 12 pessoas. A figura 4.8 mostra o Organigrama do Sector da Manutenção.

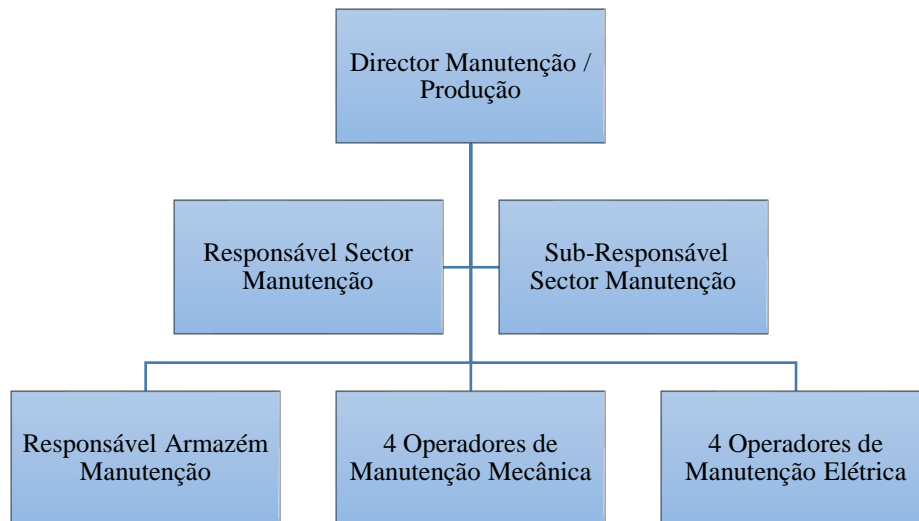


Figura 4. 8- Organograma do departamento de Manutenção

4.2- Medidas de Análise do Caso de estudo

De modo a elaborar o modelo IASVP (ver anexo III), foi necessário elaborar uma estratégia de trabalho com base no fundamento das ferramentas *Lean* e do TPM, com o objetivo de verificar quais as ineficiências no processo produtivo e por sua vez, melhorar/reduzir/anular as mesmas. A recolha de dados diariamente é fundamental para a realização do modelo IASVP.

Numa primeira fase analisou-se os diversos desperdícios existentes na manutenção. Averiguou-se que a taxa de ocupação da manutenção era elevada e que na maioria das vezes eram ações de manutenção corretiva.

Deste modo procedeu-se à revisão das tarefas do sector da manutenção. No entanto verificou-se a falta de dados sobre as intervenções da manutenção para analisar as avarias e as tarefas de manutenção estavam inseridas no *software* MAC - Manutenção Assistida por Computador que era pouco requisitado pelos técnicos. Contudo elaborou-se um novo Registo de Intervenção da Manutenção (RIM) (figura 4.9) que consiste no registo diário por turnos de cada intervenção efetuada pelo operador de manutenção (ver anexo IV). Elaborou-se uma folha de manutenção preventiva com tarefas atualizadas (figura 4.10) e por último um plano de manutenção preventiva semanalmente, mensalmente, semestralmente, anualmente (figura 4.11) de modo a verificar a realização da mesma. Estes três itens foram elaborados com o EXCEL que é um programa informático desenvolvido e distribuído pela Microsoft.

	REGISTO INTERVENÇÃO DE MANUTENÇÃO	Nº Interv.:	Turno			Data:			
			1º	2º	3º	/	/	/	
Nome(s): _____ Nº: _____		Início Intervenção: Hora: _____ Sector: _____		Manutenção Preventiva <input type="checkbox"/> Serviços Gerais <input type="checkbox"/>		Fecho Intervenção: Hora: _____ Máquina: _____		Manutenção Corretiva <input type="checkbox"/> Melhoria Contínua <input type="checkbox"/>	
		Local da Máquina: _____		Manutenção Corretiva Oficina <input type="checkbox"/>					
DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO				Causa					
INTERVENÇÃO POR MÁ UTILIZAÇÃO DO OPERADOR? SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>				10/20 - Falta de Inspeção <input type="checkbox"/> 30- Falta de Limpeza <input type="checkbox"/>					
				40- Falta de Lubrificação <input type="checkbox"/> 50- Substituição por Desgaste <input type="checkbox"/>					
				51 - Substituição por Quebra <input type="checkbox"/> 60- Reaperto <input type="checkbox"/>					

Figura 4. 9- Registo de Intervenção de Manutenção (RIM)

		Ordem de Trabalho		No. O.T.: 50060 Tr. 1
Data Pedido: 06/07/2014 Trade: MLC		No. O.T.: *50060*		
Equipamento: OVP - AUTOPLATINE SPIDER V3		No. Referência:		Responsável:
Localização: S&B1 - C&B e V&B (acabamento)		Descrição do O.T.:		Referência manual:
Descrição da O.T.:		Tipo Trabalho:		Manual KBA 142
PLANEAMENTO		FECHO DA O.T.		CAUSA DA AVARIA
Semana: _____		Data Início: _____ Hora: _____		<input type="checkbox"/> Falha do Equipamento <input type="checkbox"/> Desajustamento / Desalinhamento <input type="checkbox"/> Desgaste / Ruptura <input type="checkbox"/> Falha de Instalação <input type="checkbox"/> Falha de Limpeza <input type="checkbox"/> Não especificado <input type="checkbox"/> Erro no Procedimento <input type="checkbox"/> Uso de Materiais Defeituosos
Data Início: _____ Hora: _____		Data Fecho: _____ Hora: _____		
Duração Prevista: 13:30 dias		<input type="checkbox"/> Início <input type="checkbox"/> Tempo Imobilização <input type="checkbox"/>		
Hrs Previstos: 6,00 NH: 2		Sistema: _____		
Previsão Concluído: _____				
Descrição do Trabalho:				
Descrição de Trabalho:				
Observações:				

		Ordem de Trabalho		No. O.T.:	
Data do pedido: 21/09/2018		Equipamento:		Responsável:	
Localização:		Descrição do OT:		Referência manual:	
				Manual KBA 142	
FECHO DA O.T.					
Semana: _____		Duração prevista: _____			
Hora Início: _____		Hora Conclusão: _____			
Data Início: _____		Data Conclusão: _____			
Localização máquina	Descrição do trabalho	Periodicidade	Tipo de Tarefa	Referência	Responsável
Geral	Limpeza e lubrificação da proteção anti-corrosão em caso da utilização UV	Semanal	CL	Manual KBA 142 (80)	Manutenção
Geral	Verificar lâmpadas de verificação de cores	Semanal	J	Manual KBA 142 (83)	Operador
Motor Principal	Limpeza da esteira filtrante motor de accionamento principal	Semanal	C	Manual KBA 142 (88)	Operador
Motor Principal	Regular tensão das correias de accionamento	Mensal	T	Manual KBA 142 (8)	Manutenção
Motor Principal	Limpeza e lubrificação das escovas de carbono do motor de accionamento principal (medida: mm)	Trimestral	CL	Manual KBA 142 (D15)	Manutenção
Marginalor	Controlo das tensões das fitas	Semanal	I	Manual KBA 142 (85)	Manutenção
Marginalor	Limpeza da instalação de descarga e ventilador	Semanal	CR	Manual KBA 142 (86)	Operador
Marginalor	Limpeza do ventilador do armário de distribuição	Semanal	C	Manual KBA 142 (87)	Operador
Marginalor	Limpeza dos aspirador de separação e de transporte	Mensal	C	Manual KBA 142 (89)	Operador
Marginalor	Limpeza cilindro de transporte e rolos (pau com álcool)	Mensal	CL	Manual KBA 142 (C7)	Operador
Marginalor	Limpeza e lubrificação do separador de folhas	Trimestral	CL	Manual KBA 142 (D3)	Operador
Marginalor	Lubrificação do comando de cames, b&scula de folhas e rolos de impulsos	Trimestral	L	Manual KBA 142 (D4)	Manutenção
Marginalor	Limpeza e lubrificação das correias do elevador de pilha do marginalor de folhas	Trimestral	CL	Manual KBA 142 (D5)	Operador
Marginalor	Limpeza e lubrificação fuso de ajuste do marginalor de folhas	Trimestral	CL	Manual KBA 142 (D6)	Operador
Marginalor	Limpeza do ventilador da mesa de fitas de aspiração	Trimestral	C	Manual KBA 142 (D7)	Operador

Figura 4. 10- Revisão e atualização das Tarefas de Manutenção Preventiva

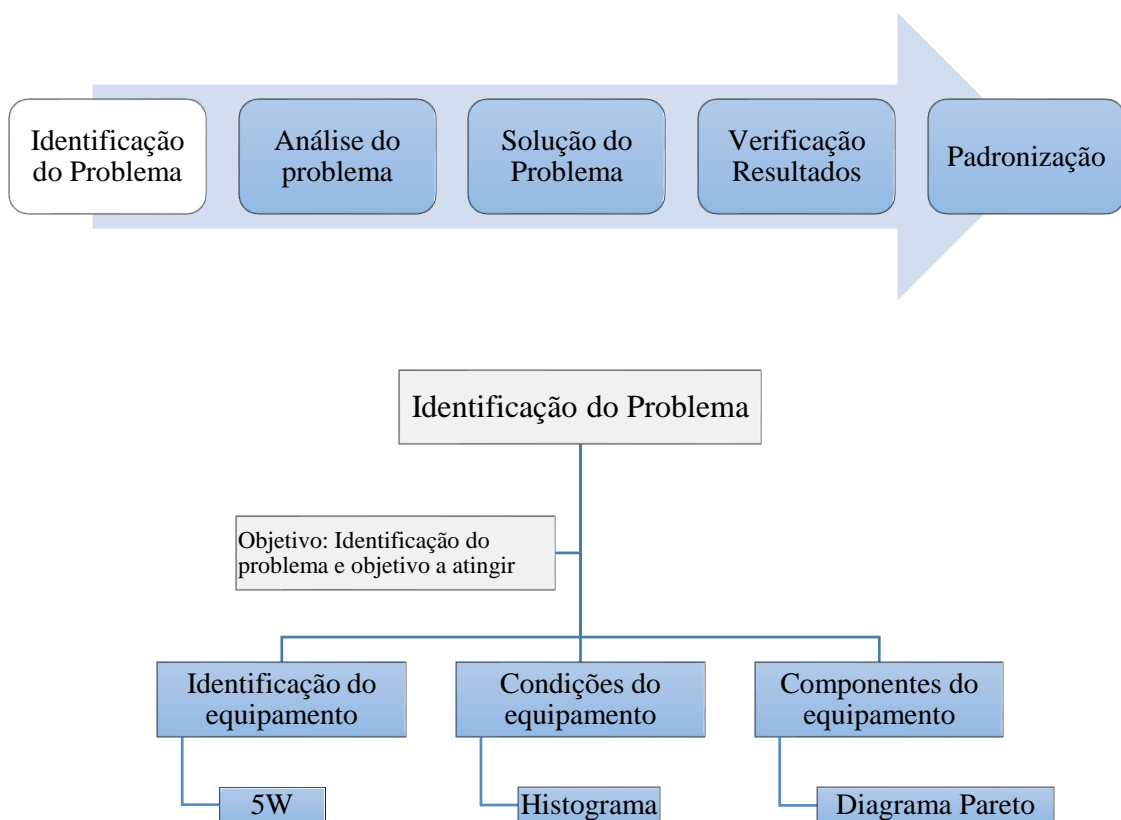
		SEDA IBÉRICA												Revisão: 1.2 Data: 01/01/2017																																							
PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA																																																					
		JANEIRO	FEBREIRO	MARÇO	ABRIL	MAIO	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO	OUTUBRO	NOVEMBRO	DEZEMBRO																																								
EQUIPAMENTOS	OFFSET	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
	realizadas	M	S	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	A	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	6M	S	S
	realizadas	S	M	S	S	M	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	S	A	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	6M	S	S		
	realizadas	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	S	A	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	6M	S	S		
	realizadas	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	S	A	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	M	S	S	S	6M	S	S		

Figura 4. 11- Plano de Manutenção Preventiva

4.3- Aplicação do modelo IASVP

A elaboração prática do modelo IASVP é ilustrada no anexo III. Como dito anteriormente as propostas implementadas tiveram como base algumas das ferramentas do *Lean*. De seguida são abordadas todas as etapas do modelo IASVP desde a definição dos problemas, formas de quantificação, análise das causas prováveis, propostas de implementação de melhorias e respetivo controlo. Na descrição de cada fase, é ilustrado o objetivo e as respetivas ferramentas *Lean* utilizadas em cada etapa do modelo.

4.3.1- 1ª Fase – Identificação do Problema



Identificação do equipamento

Na primeira fase do modelo, iniciou-se a análise com a ferramenta *Lean* 5W (What, Who, Why, Where, When) como ilustra a tabela 4.1. Os responsáveis da empresa notaram um elevado tempo de manutenção corretiva no sector Offset. Constatou-se que para manter os equipamentos de produção eficientes, alterações teriam que ser feitas na análise das intervenções corretivas por parte da manutenção.

Tabela 4. 1-Ferramenta 5W aplicada ao caso estudo

WHAT	O QUE (O que aconteceu?)	Observação de elevado tempo de manutenção corretiva
WHO	QUEM (Quem estava presente?)	Responsável de sector produção e manutenção
WHY	PORQUÊ? (Porque é que aconteceu?)	Elevadas perdas por avarias em equipamentos de Produção
WHERE	ONDE (Em que máquina/processo?)	No Sector OFFSET, máquina OFFSET 7
WHEN	QUANDO (Qual o período de tempo?)	Ano 2015 e 2016

Como forma de verificação, começou-se a analisar as horas despendidas pelo Sector de Manutenção, nas ações de corretivas. Com o auxílio do registo de produção (RP) da fábrica elaborou-se um gráfico (figura 4.12) que confirma claramente que entre 2015 e 2016, o sector com mais horas de manutenção corretiva é o sector Offset, sector de impressão.

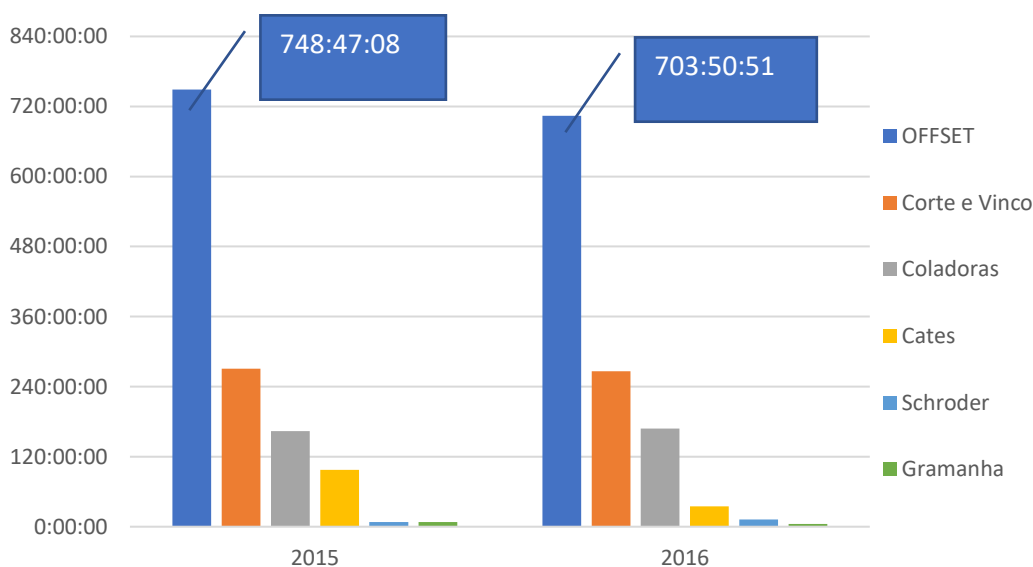


Figura 4. 12- Gráfico horas de manutenção corretiva na SEDA Ibérica (2015-2016)

Com a informação retirada da base de dados da empresa, verificou-se que o sector de equipamentos de impressão é o que representa maior tempo de manutenção corretiva. Deste modo existe especial atenção pois é o sector que inicia o processo de fabrico da empresa SEDA Ibérica. A longo prazo pode causar graves problemas, como tempo de entrega de produto ao cliente, congestionamentos no sector seguinte, maiores custos associados, etc. De seguida procedeu-se à identificação do equipamento de produção com maior taxa de avarias no sector Offset.

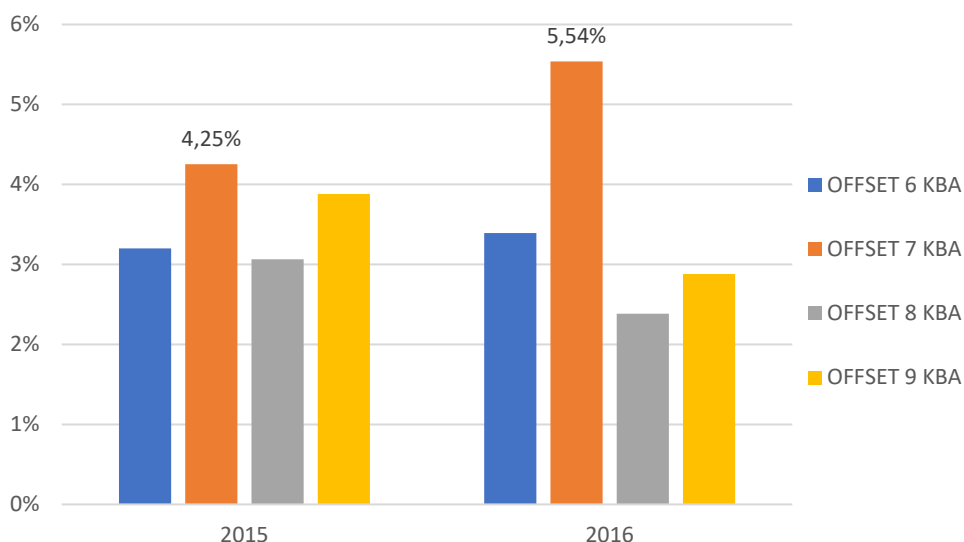


Figura 4. 13- Gráfico Taxa de Avarias no sector Offset (2015-2016)

Fez se uma análise por máquina e verificou-se que a máquina OFFSET 7 é a que tem maior taxa de avarias. Conclui-se então que a OFFSET 7 é o equipamento escolhido para atingir uma taxa de avarias de 0% A figura 4.14 ilustra o objetivo geral do modelo IASVP.



Figura 4. 14- Objetivo do modelo IASVP

Para proceder à próxima fase é necessário adquirir informação sobre o equipamento em estudo: desenhos técnicos do equipamento, manual de instrução de manutenção e de operação. Neste sentido elabora-se uma breve descrição do processo de produção do equipamento de impressão escolhido.

Descrição do processo de produção do equipamento

Todos os produtos para consumo têm uma embalagem de um tipo ou de outro e a produção das embalagens começa com a queimadura de uma chapa de alumínio. Para gravar a chapa esta é colocada em um CTP (Computer To Plate) onde a sua gravação vai separar duas zonas opostas (zonas não impressas e zonas que recebem tinta). A chapa é colocada no cilindro e

um laser começa o processo de queimadura. A imagem na chapa aparece em minutos como ilustra a figura 4.15. Esta chapa vai fazer as marcas de impressão das embalagens. O laser tem de ser perfeitamente calibrado usando-se uma chapa de teste.

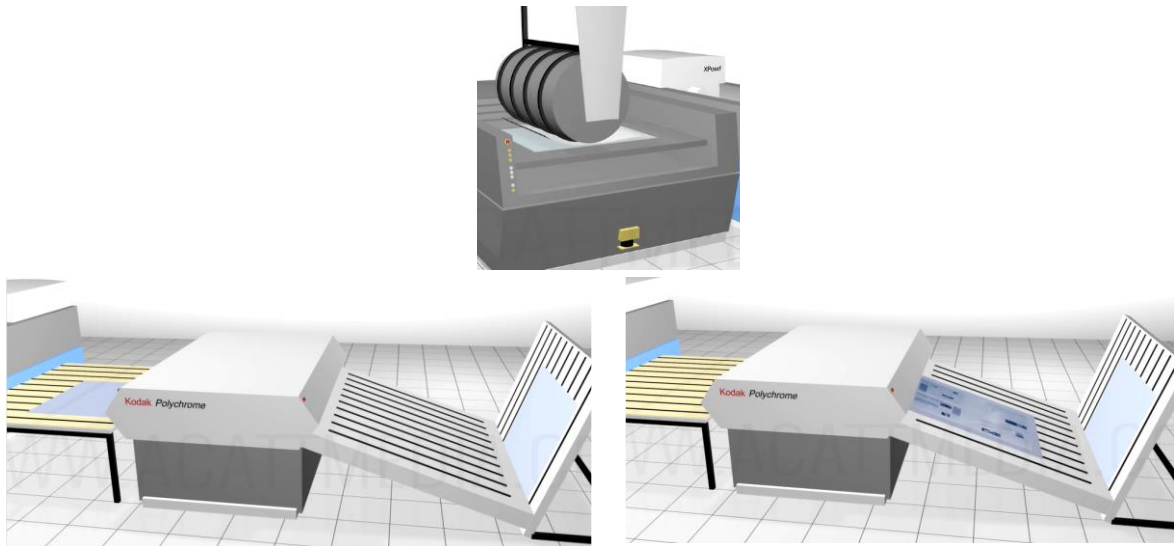


Figura 4. 15- Processo de gravação da chapa de impressão no Compute To Plate (CTP)

A impressão começa com uma mistura manual de tintas, se a cor desejada não existir tem de ser inventada pela junção de outras cores. É feito um ensaio de tinta com uma espátula e recorrendo a uma impressora manual são executados os testes de tinta. A tinta é espalhada no papel e a cor é comparada com um desenho original. Se as duas coincidirem, os impressores podem começar a preparar o trabalho em máquina. O equipamento de estudo é uma máquina de 6 cores do processo Offset (figura 4.22). A impressora é alimentada por um processo de sucção e fricção, tendo no máximo índice de produção de 12000 folhas/ hora. A chapa é colocada na grade do corpo de impressão (figura 4.16) que desce até ao cilindro de impressão que posteriormente entra em contacto com rolos de tinta alimentados por reservatórios de tinta.



Figura 4. 16- Colocação da chapa de impressão na grade do corpo de impressão

Para impedir que a tinta seque, a sua viscosidade é controlada por um oscilador. A impressora é composta por unidades individuais de impressão a cor, chamados corpos de impressão. A figura 4.17 ilustra o processo de impressão da folha de papel que passa de um corpo para outro recebendo uma nova cor a cada passo, através de um conjunto de rolos.

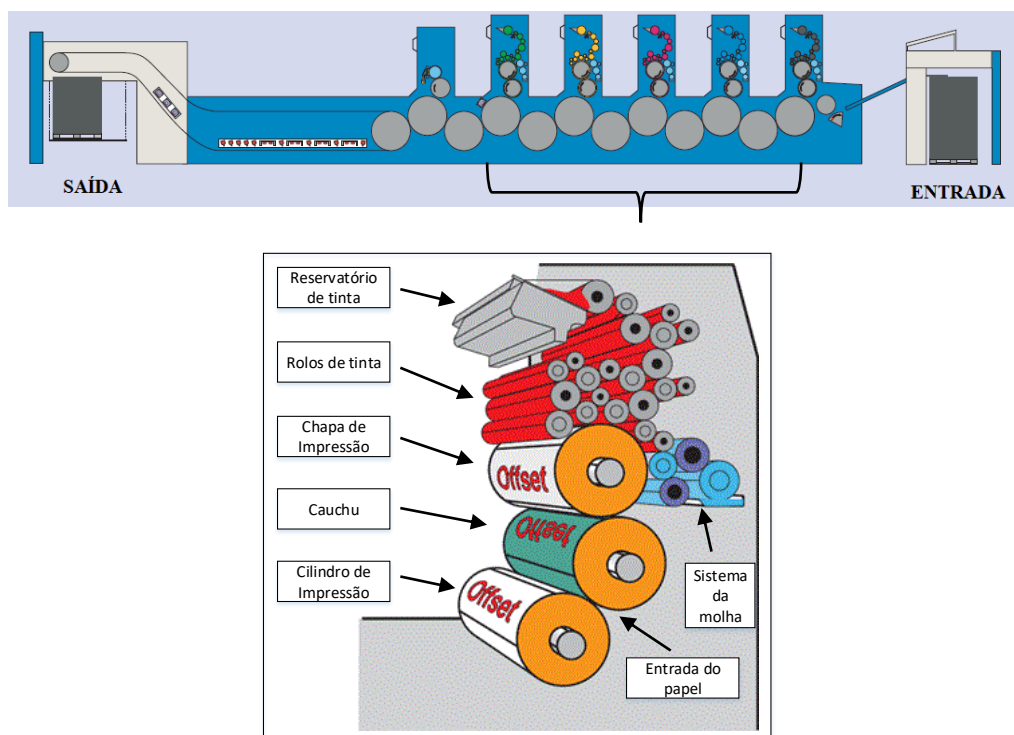


Figura 4. 17- Esquema de rolos do corpo de impressão

Passa pela torre de verniz para aplicação de brilho na impressão. Por fim chega à zona de secagem (figura 4.18). Nesta zona consiste na secagem da tinta e verniz na folha com lâmpadas IR (Infrared Radiation) e/ou de UV (Ultraviolet Radiation). O controlo de qualidade final garante que as cores e o seu posicionamento estão corretos.

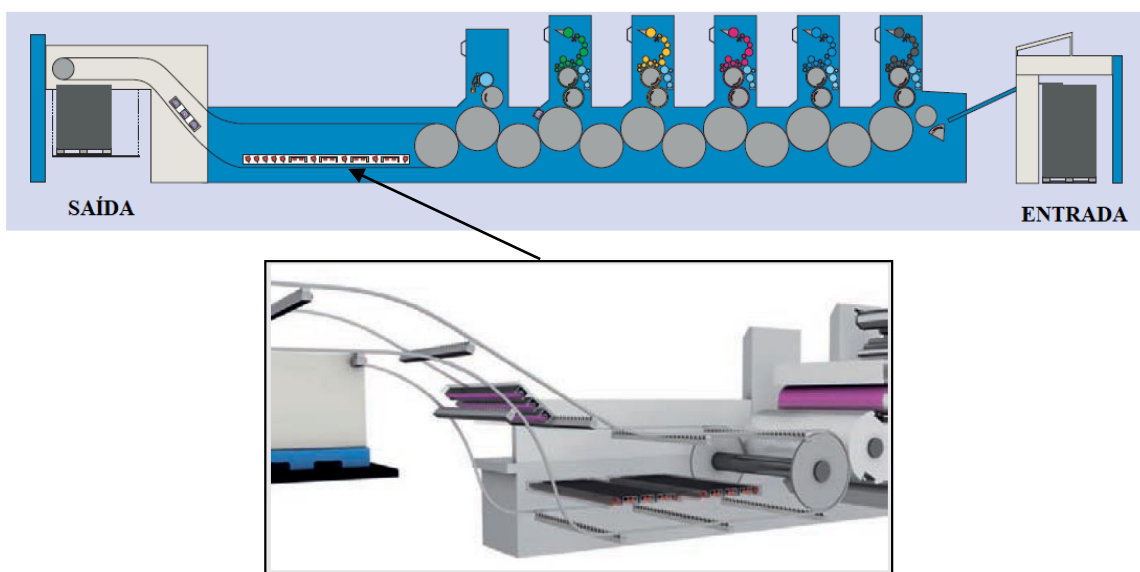


Figura 4. 18- Zona de secagem da impressão

Condições do equipamento

Com a necessidade de compreender melhor sobre o mecanismo do equipamento selecionado, elaborou-se desenhos técnicos ilustrando a estrutura do equipamento e adquiriu-se manuais de instrução. Foi desenvolvido um novo registo (Figura 4.9) por parte do sector da manutenção no âmbito de adquirir mais informação das intervenções.

Este registo, implementado em Julho de 2016, foi melhorado ao longo de seis meses com a colaboração de toda a equipa de manutenção. A análise descrita na dissertação iniciou-se em 2017. Nesta etapa do modelo consiste em compreender as estruturas, mecanismos e funções do equipamento a partir dos desenhos técnicos e manuais de instrução. Para conhecer as condições do equipamento em estudo, é necessário efetuar diariamente o registo de intervenções por parte da manutenção (RIM) em qualquer equipamento que a empresa constitui. Assim é possível identificar ao longo do tempo, o número de intervenções e horas despendidas pela manutenção. É possível monitorizar as avarias ao longo dos meses e perceber a diferença entre os dados retirados por parte dos operadores de produção e os dados retirados por parte dos operadores de manutenção. Cada equipa deve falar sobre as estruturas internas, mecanismos e as funções de cada componente para proceder uma melhor análise. Os resultados obtidos das intervenções da manutenção no ano 2017 no equipamento OFFSET 7 são ilustrados nos gráficos abaixo. Nas figuras 4.19 e 4.20, são ilustrados histogramas que correspondem ao número e horas, respetivamente, de intervenções de

manutenção corretiva e na figura 4.21, corresponde ao número das intervenções de manutenção corretiva devido à má utilização do operador.

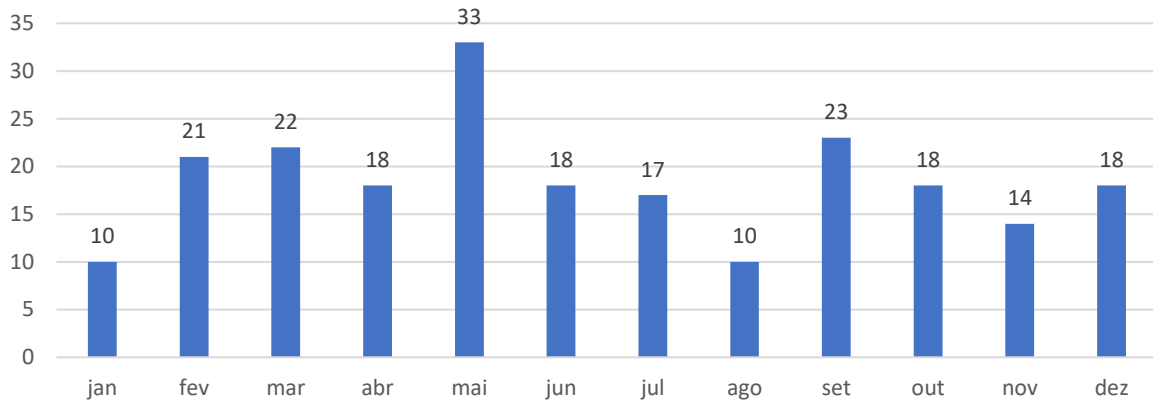


Figura 4. 19- Gráfico n° de Intervenções de Manutenção Corretiva (OFFSET 7- 2017)

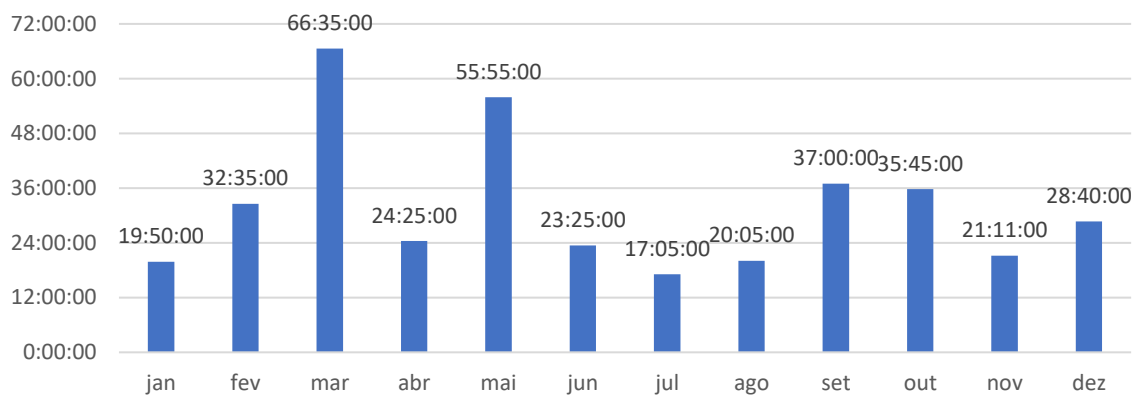


Figura 4. 20- Gráfico Horas de Intervenções de Manutenção Corretiva (OFFSET 7-2017)

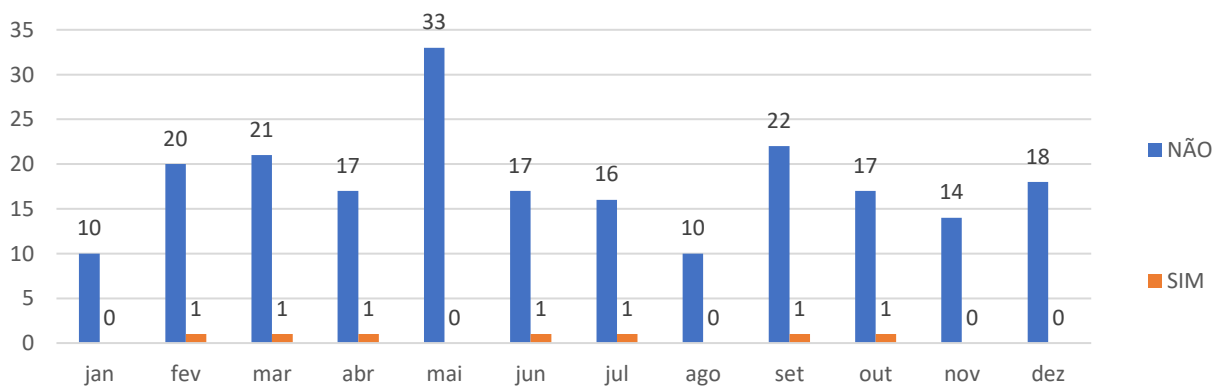


Figura 4. 21 - Gráfico n° de Intervenções de Manutenção Corretiva por má utilização do operador - OFFSET 7 - Ano 2017

Componentes do Equipamento

Nesta etapa identificam-se as principais zonas do equipamento OFFSET 7 de modo a compreender toda a sua estrutura e identificar quais as áreas ineficientes a nível de sistema produtivo. Obtém-se assim o primeiro nível, de zona de equipamento, na qual este deve ser separados em vários sistemas até identificar o componente em detalhe (figura 4.22).

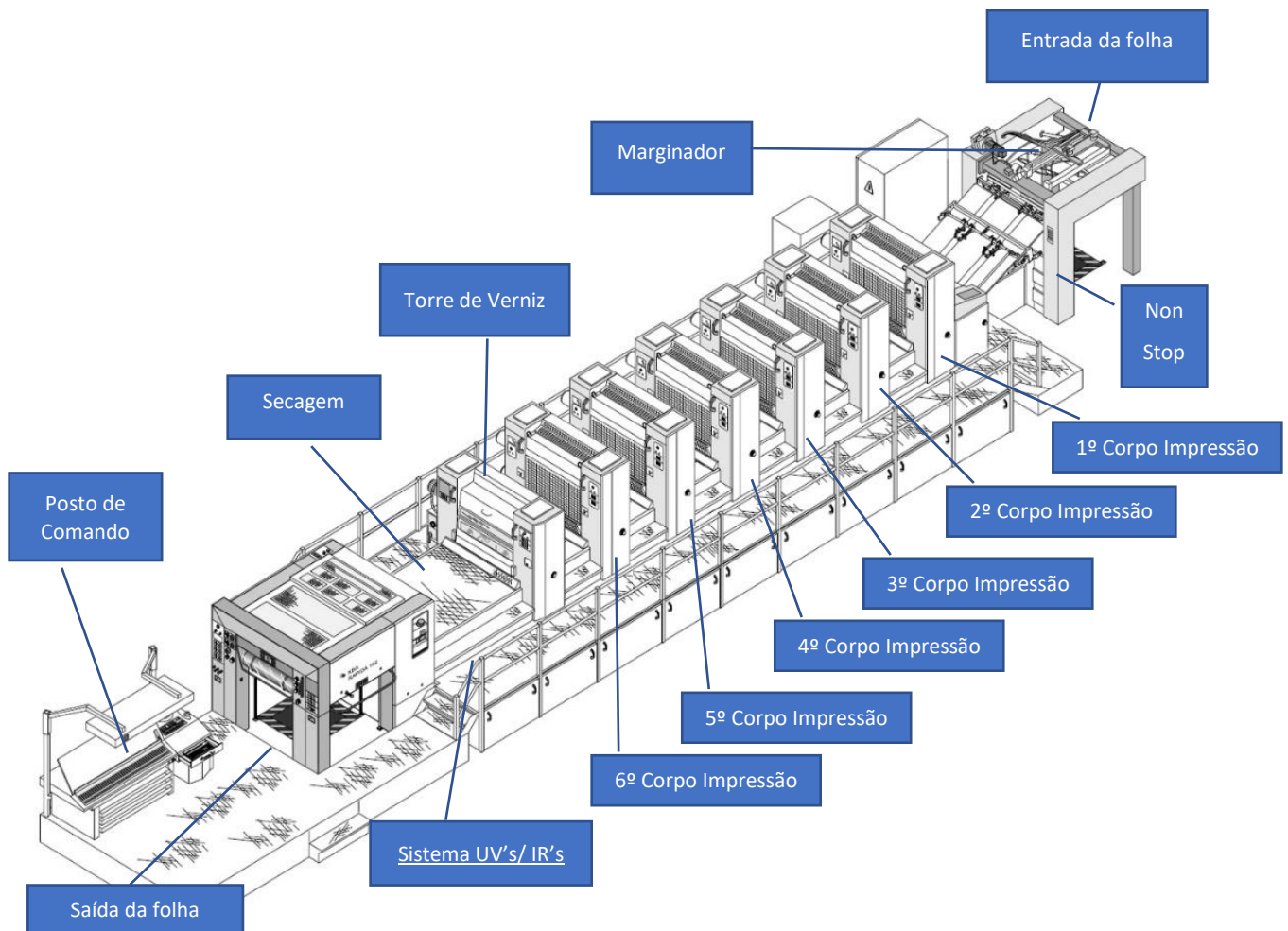


Figura 4. 22- Principais zonas do equipamento OFFSET 7

Com o objetivo de reduzir as principais causas de avarias, ou seja, aquelas cujo tempo despendido pela manutenção é elevado, identificou-se com a elaboração de diagramas *Pareto*, as principais zonas com maior tempo e número de avarias. Estas zonas críticas provocam enormes alterações no desempenho do equipamento.

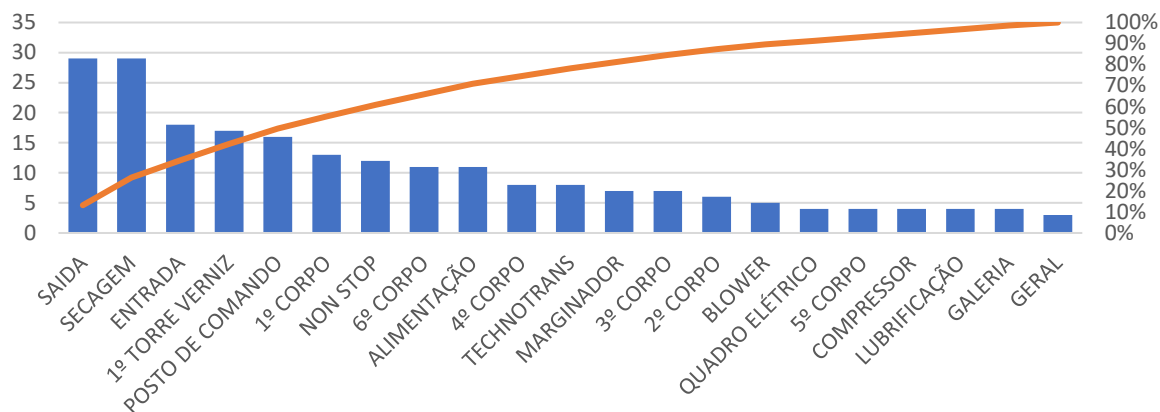


Figura 4. 23- Gráfico Pareto – Nº de Avarias por Local de Máquina

Verifica-se no gráfico Pareto da Figura 4.23 a zona da Saída e a zona de Secagem são as que têm maior número de intervenções por parte da manutenção.

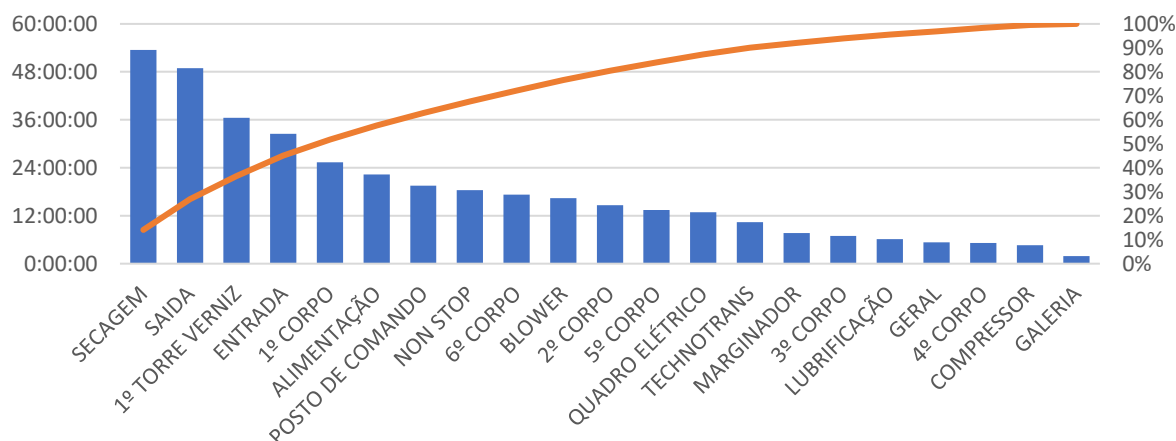
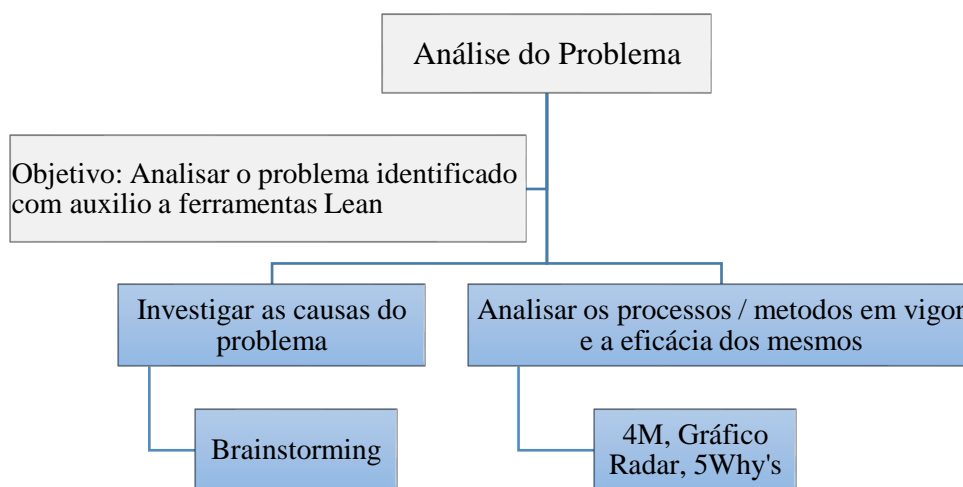
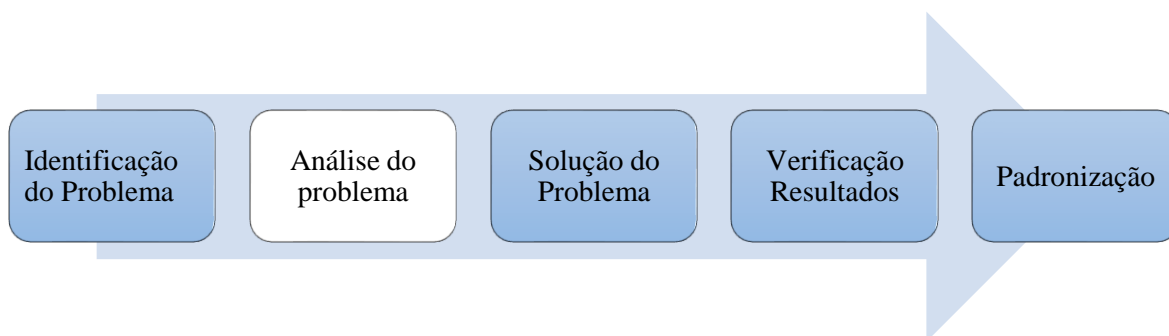


Figura 4. 24- Gráfico Pareto - Horas de Manutenção Corretiva por Local de Máquina

No gráfico da figura 4.24 verifica-se que a zona de Secagem é a que apresenta maior tempo de manutenção corretiva. É um dos locais com maior frequência de avaria. Para atingir as zero avarias, é necessário eliminar a maior perda, que neste caso é na zona de secagem.

A análise efetuada posteriormente refere-se somente à zona de secagem do equipamento em estudo em que o objetivo é reduzir o número de avarias e horas de manutenção corretiva nesse mesmo local.

4.3.2- 2ª Fase- Análise do Problema



Investigar as causas do problema

Com a primeira fase concluída e tendo em conta a informação adquirida com o novo registo de intervenção de manutenção (RIM), é possível começar uma análise pormenorizada do problema identificado. Neste sentido, com a ferramenta Brainstorming, em conjunto ou individual, começa-se a descrever o problema como a ocorrência do mesmo, como ilustra a tabela 4.2. É de salientar que nesta fase é possível fazer várias análises, dependendo do que for pretendido.

Tabela 4. 2- Descrição do problema e identificação da ocorrência do mesmo

ITEM	Tipo de Perda	Data de identificação	Área da Máquina	Descrição do Problema	Recorrência
1	Avaria	30/05/2017	Secagem	O sistema de secagem da OFFSET 7 desliga-se aleatoriamente durante a produção	Quando é necessário a utilização de Cassete Ultra Violetas (UV) e/ou Infra Red (IR)

Para proceder a uma análise específica na zona de secagem do equipamento é necessário compreender todo o seu processo interno do sistema.

Descrição do processo interno do sistema de secagem da OFFSET 7

Consideramos como processo de secagem as diferentes maneiras nas quais as tintas se fixam e/ou solidificam na folha impressa. Na maioria dos casos não ocorre apenas um processo de secagem de uma determinada tinta, ocorrem vários processos até a tinta estar seca, sendo normalmente um o predominante. Os principais processos de secagem das tintas de impressão Offset são:

- Absorção (penetração)
- Evaporação
- Oxido polimerização (polimerização oxidativa)
- Cura (polimerização por radiação) – Caso de estudo

O tipo de secagem que utiliza o equipamento OFFSET 7 é por cura (polimerização induzida por radiação) é um processo que consiste no cruzamento das moléculas fazendo com que esta solidifique. A diferença entre secagem e cura é que na secagem há alguma perda de solvente (evaporação, absorção ou oxidação) da tinta e na cura não existe nenhuma perda de solvente e todos os componentes se solidificam. No caso de estudo utiliza-se a cura por radiação ultravioletas (UV) em tintas UV que são constituídas por materiais sintéticos, fotoiniciadores e aditivos. A radiação ultravioleta ativa os agentes fotoiniciadores, (moléculas reativas do aglutinantes). Dessa maneira o material sintético fica firme, mas ainda no estado líquido. Para a otimização do processo de secagem pode-se ajustar a capacidade UV no computador do operador.

É amplamente conhecido que a radiação ultravioleta, presente no espectro solar, afeta diretamente as propriedades físico químicas dos revestimentos orgânicos. Quando os raios de luz encontram um composto, a luz pode ser transmitida, absorvida ou refletida. Alguns compostos podem absorver certos raios de luz (energia), mas podem ser completamente transparentes a outros. No entanto, uma mudança química pode ocorrer simplesmente pela luz absorvida. A transferência da energia radiante pode ocorrer basicamente de duas formas diferentes: por meio de uma onda em movimento ou por movimentos de partículas subatômicas. As ondas de energia radiante possuem três características principais: comprimento da onda, frequência e intensidade.

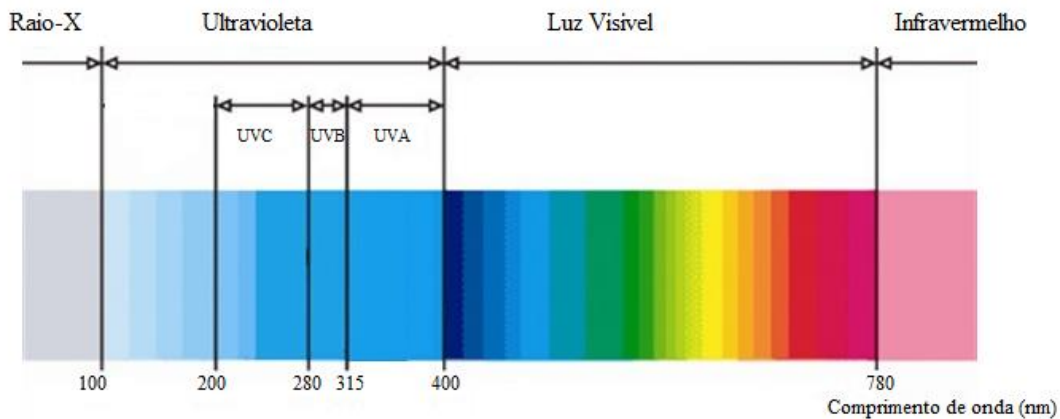


Figura 4. 25- Espectro da luz

A região do espectro eletromagnético cujo comprimento de onda apresenta maior interesse industrial para a tecnologia de cura UV está situado na região de 315nm a 400nm, como ilustra a figura 4.25. Este método possui alta qualidade e é mais resistente do que a técnica convencional, além de ser um procedimento ecológico. Este método proporciona uma imagem de alta qualidade e de várias cores. A alta qualidade deve-se ao facto da tinta não dispersar na superfície de impressão devido à secagem ultra rápida. Isto ocorre imediatamente após a impressão e, por isso, o empilhamento das folhas impressas pode ser feito logo de imediato. Atualmente os dois tipos de lâmpadas UV mais comuns a serem utilizados em aplicações para a cura são:

- Lâmpada de mercúrio de baixa, média e alta pressão
- Lâmpada de LED de mercúrio de média pressão

Na escolha do tipo de lâmpada na cura com aplicação UV, o usuário deve ter em conta as seguintes características:

- Eficiência UV
- Custo de operação
- Potência utilizada
- Vida útil
- Custo de reposição de lâmpada

As lâmpadas de emissão UV emitem ainda grande quantidade de radiação na faixa infravermelho (IR), o que significa elevado nível de produção de calor. O corpo da lâmpada precisa ser refrigerado para que os componentes do sistema de impressão não aqueçam excessivamente. Esta refrigeração é feita com água e forma um circuito fechado composto

pela chapa arrefecida, a bomba e o permutador térmico de alto rendimento. Além disso, a exaustão do calor gerado pela lâmpada é o que mantém o arco voltaico em temperatura adequada para que o mercúrio seja evaporado e produza a queda de tensão de projeto. Por outras palavras, a adequada exaustão garante que a tensão de trabalho da lâmpada seja a correta. As lâmpadas são inseridas em módulos de secagem. Estes módulos são da marca Grafix e são compostos por uma estrutura modular em forma de cassete, como ilustra a figura 4.26. Esta cassete pode ser constituída no máximo com seis módulos. São distinguidas entre cassete IR e cassete UV. A cassete de secagem é introduzida no equipamento de impressão através de calhas (guias deslizantes). Este sistema facilita a sua limpeza e manutenção, comparativamente aos módulos de montagem fixa. Em cada cassete é instalado um interruptor de posição que apenas permite o funcionamento da máquina quando a cassete está corretamente posicionada. Durante o funcionamento, um pressóstato monitoriza a alimentação do ar. É de salientar que no caso da alimentação de ar aos módulos ser insuficiente e existir perigo de sobreaquecimento, o sistema de secagem é automaticamente desligado e surge uma mensagem de erro no computador do operador.

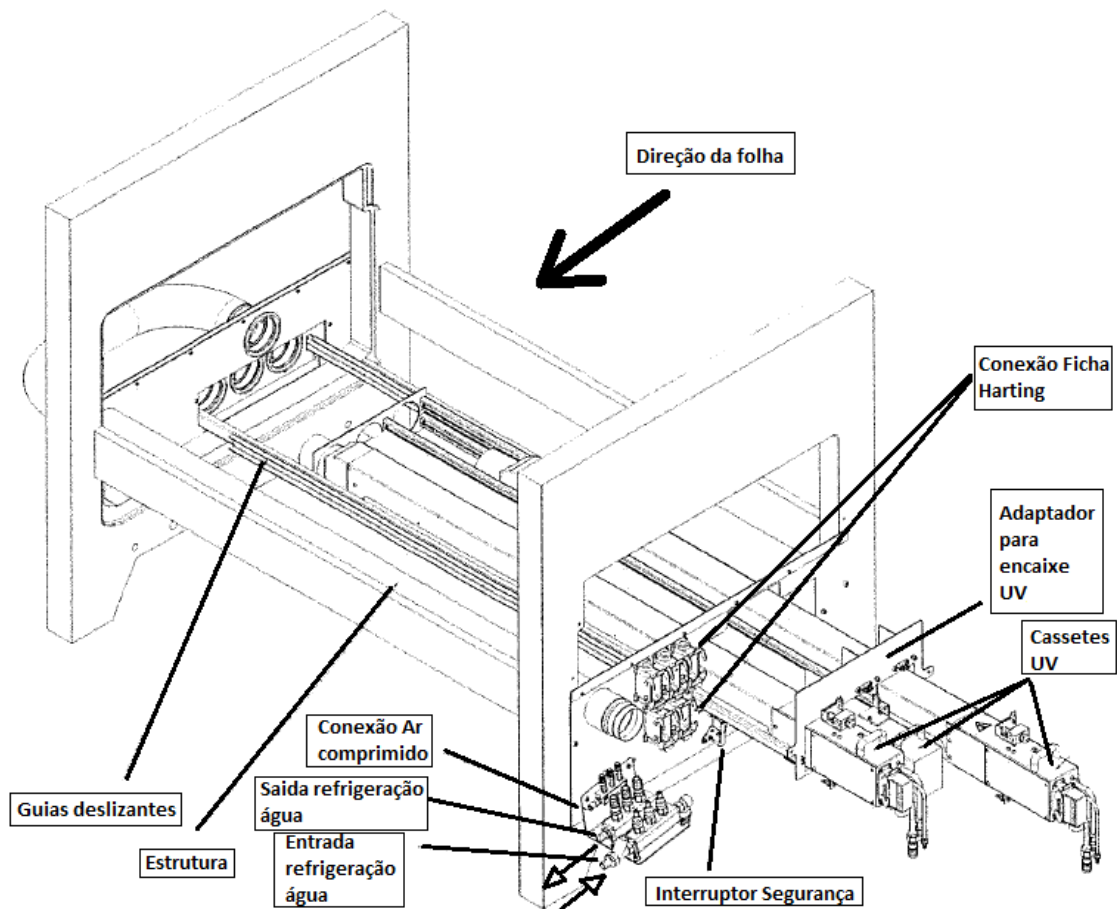


Figura 4. 26- Desenho técnico da zona da cassete de secagem

Os módulos de secagem são constituídos com os seguintes componentes principais (ver figura 4.27):

- Lâmpada UV
- Refletor UV (inclui parte mecânica e elétrica)
- Conexões para água, ar comprimido e corrente elétrica

Os refletores UV são de alumínio e são refrigerados. Cerca de 65% da energia UV provem do refletor e 35% da potencia da lâmpada é calor produzido pelos raios infravermelhos. As proteções das lâmpadas abrem-se e fecham-se de modo pneumático garantindo o funcionamento seguro do refletor. Para evitar a transmissão de emissões IR às folhas de impressão utiliza-se refletores de luz fria e filtros de vidro de cristal de luz fria. A cassette UV só pode entrar em funcionamento com a proteção aberta. Atras da cassette UV está instalado um escudo de proteção contra a ablação*³ na chapa de alumínio que permite a expansão do calor na direção das folhas de impressão. Desta forma garante-se uma ótima aspiração em todo a zona de calor e a segurança de funcionamento dos módulos UV.

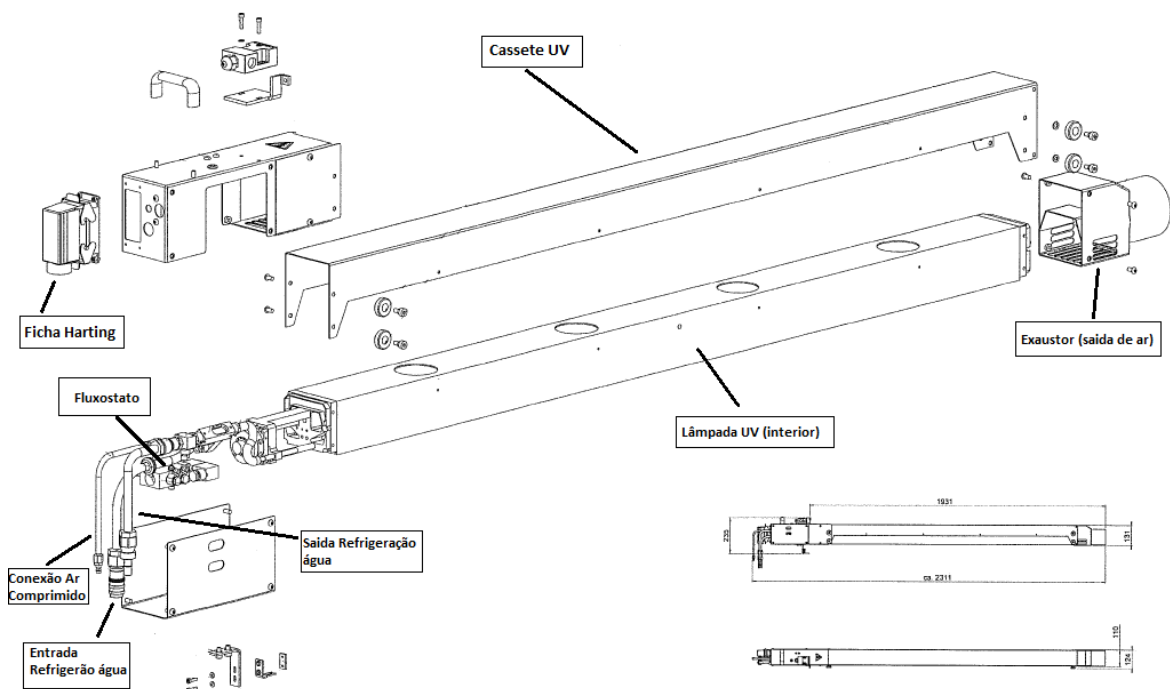


Figura 4. 27- Desenho técnico do módulo UV da cassette de secagem

Com base no registo de intervenção da manutenção efetuado em 2017 verifica-se que a maioria das avarias surge quando é utilizado a secagem por UV, como ilustra o gráfico da Figura 4.28.

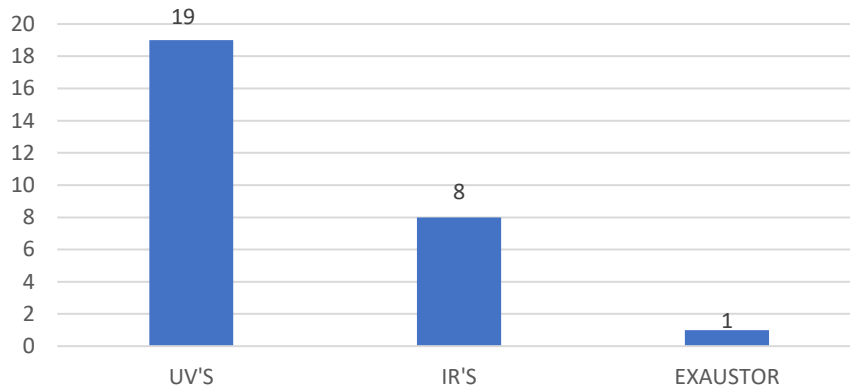


Figura 4. 28- Gráfico nº de avarias no equipamento OFFSET 7 na zona de secagem

São analisados os principais componentes que causam avarias no sistema de secagem. Na figura 4.29, verifica-se que a Ficha Harting é um dos componentes com mais intervenções por parte da manutenção.

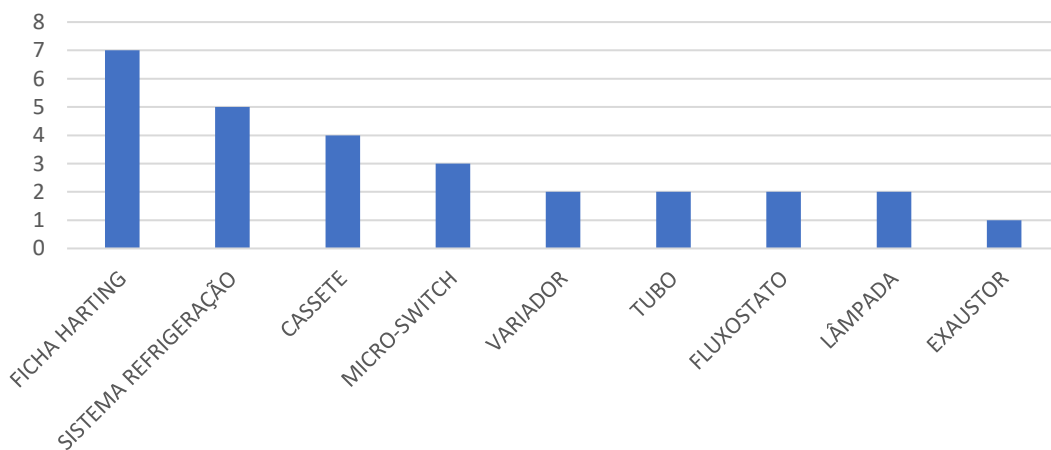


Figura 4. 29- Gráfico nº avarias por componente na zona de secagem no equipamento OFFSET 7

Da análise acima conclui-se que 29% das causas de avarias são substituídas por quebras e 71% por reapertos, como ilustra o gráfico da figura 4.30.

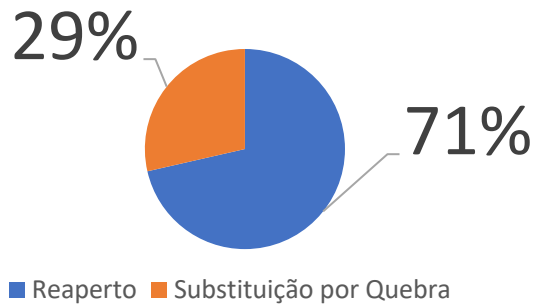


Figura 4. 30- Gráfico causas de avaria na Ficha Harting do equipamento OFFSET 7

Para identificar os diversos problemas e as principais causas de avaria relativamente à Ficha Harting da máquina OFFSET 7 no sistema de secagem utilizou-se a ferramenta *Lean 4M* (*Men, Machine, Methods, Material*) onde são listadas todas as causas e sub-causas que comprometem o processo ou que causam o problema (figura 4.31).

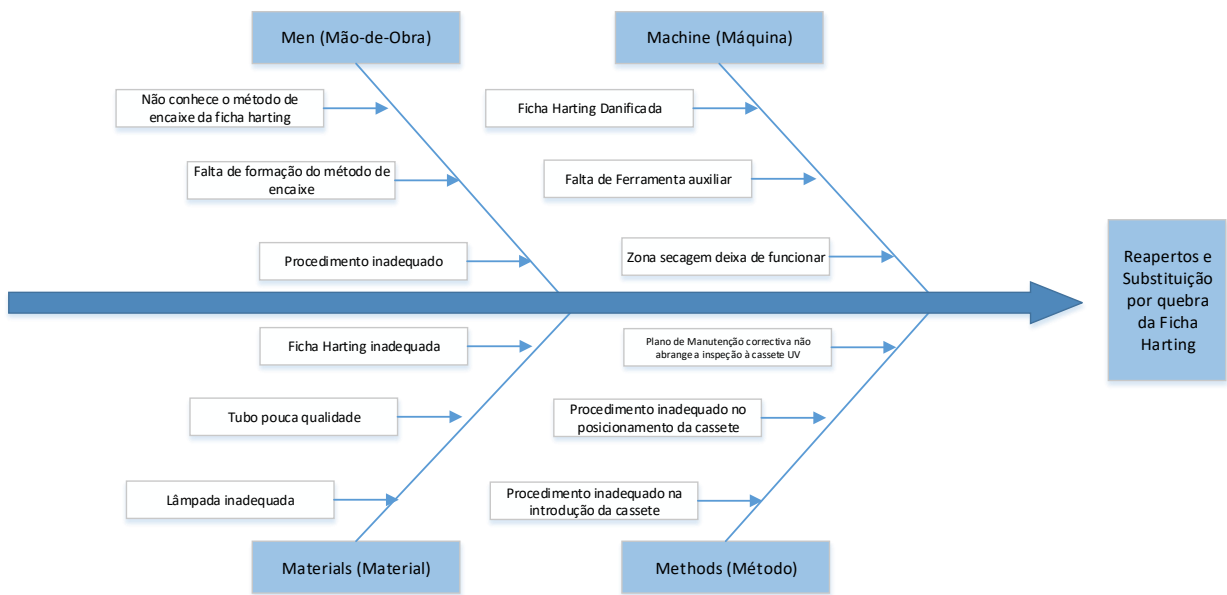


Figura 4. 31- Análise 4M no equipamento OFFSET 7

Com base no registo efetuado pela manutenção e pela informação adquiridas pelos operadores, as causas possíveis de avarias na Ficha Harting foram avaliadas de forma a perceber onde está o maior problema. Com o intuito de avaliar a influencia da causa definiu-se o seguinte critério: 2 (influência baixa), 5 (influência média) e 8 (influência alta). A ferramenta gráfico radar (figura 4.32) permite ter uma percepção de uma forma rápida onde é necessário atuar. De acordo com o gráfico a baixo a causa principal de avarias por quebras e reapertos da Ficha Harting está no método/ procedimento.

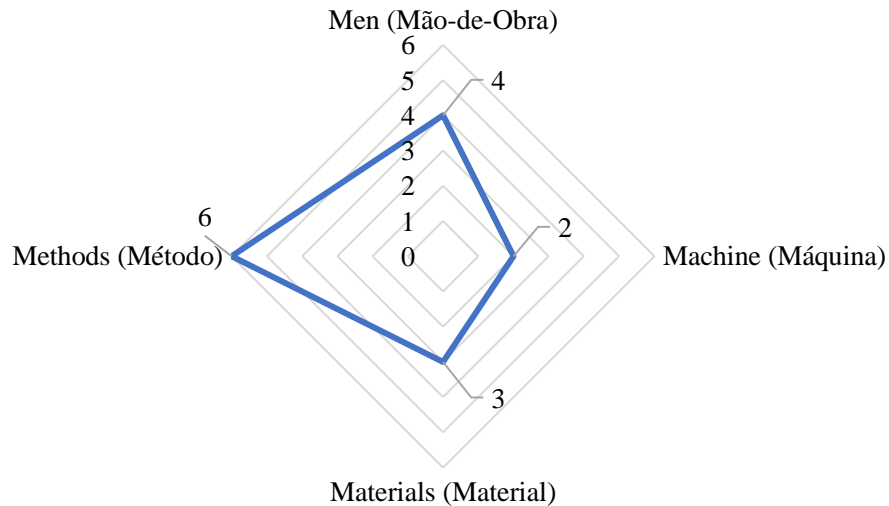









Figura 4. 32- Gráfico radar da análise 4M

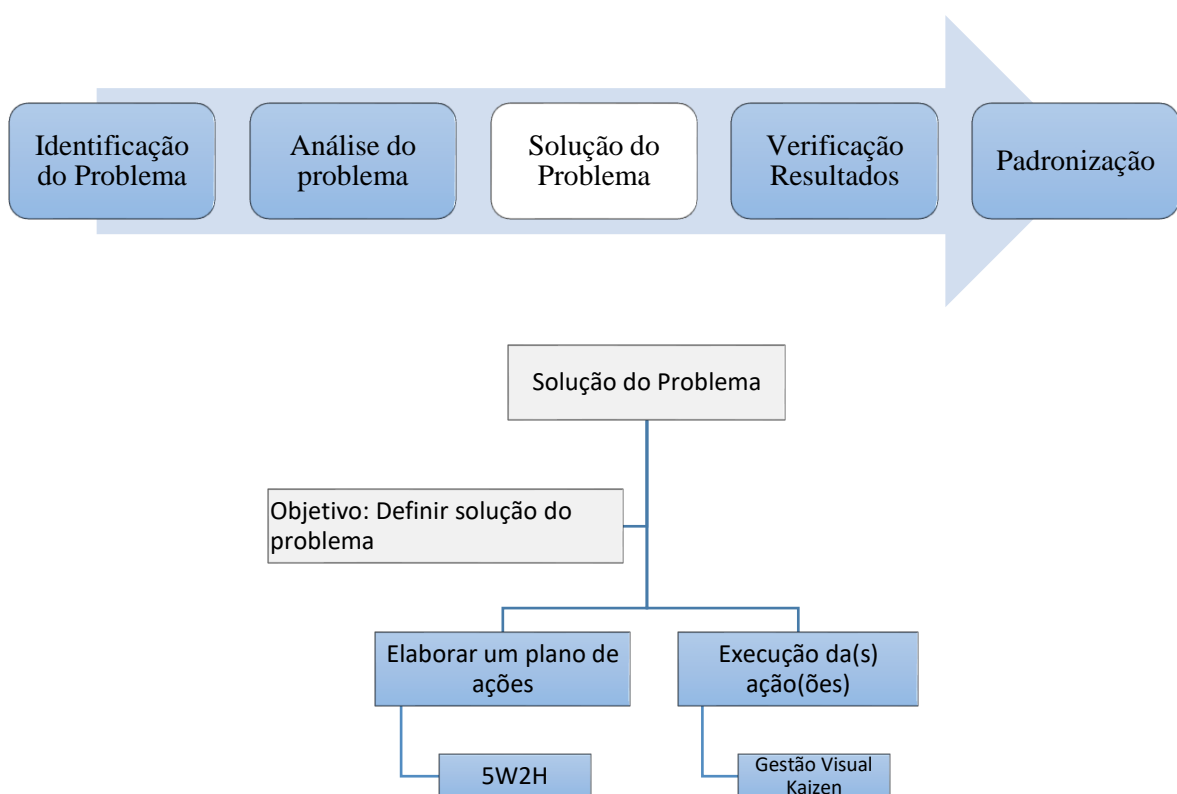
De forma a entender as causas do problema, criou-se uma folha avançada da ferramenta *Lean* 5Why's como ilustra a Tabela 4.3. Esta ferramenta é utilizada para identificar as causas das anomalias detetadas (avarias ou acidentes) de um modo organizado. Pretende ser um suporte para o desenvolvimento de uma análise critica na procura das causas das anomalias detetadas e assim evitar a sua repetição. Como dito anteriormente não é necessário fazer exatamente as cinco questões para encontrar a razão de acontecer o problema.

Tabela 4. 3- Análise avançada 5Why's (ver anexo III)

ITEM	Causas Potenciais Identificadas	Porquê (1)	Verificação	Porquê (2)	Verificação	Porquê (3)	Verificação	Porquê (4)	Verificação	4M
1.1	Ficha Harting Danificada 	Cassete está mal posicionada 	OK	Falta de parafuso para colocar a cassete no sitio certo 	OK	Falta de ferramenta auxiliar para aperto de parafuso	OK			Método
1.2		Introdução incorrecta da cassete de secagem na maquina 	OK	Ao introduzir a cassete danificou as fichas harting 	OK	É necessario 3 operadores para suportar e introduzir a cassete de 75 kg num espaço reduzido 	OK	Não existe nenhum meio disponível para colocar a cassete	OK	Método

Conclui-se que existem duas possíveis razões para existência de avarias no sistema de secagem. Uma delas acontece devido à falta de ferramenta auxiliar para aperto dos parafusos para que posteriormente a cassette que contem as lâmpadas UV fique bem posicionada. A segunda razão é o facto de não existir nenhum meio disponível para auxiliar os operadores a colocarem a cassette UV dentro da máquina. A própria estrutura da cassette é pesada (cerca de 75kg) e necessita de ser inserida num local com pouco espaço disponível.

4.3.3- 3ª Fase – Solução do Problema



Na fase da solução do problema, utilizou-se a ferramenta *Lean 5W2H*, em que se definiram sete perguntas. As primeiras cinco perguntas correspondem ao planeamento da ação e as últimas duas perguntas correspondem à implementação da ação. A tabela 4.4 ilustra o exemplo da ferramenta *Lean* do caso de estudo.

Tabela 4. 4- Plano de ação com a ferramenta 5W2H

ITEM	What?	Who?	Why? (*)	Where?	When?	How Much?	How is going?
	O que será feito? (Etapas)	Por quem será feito? (Responsabilidade)	Por que deve ser executado? (Justificação)	Onde será feito? (Equipamento)	Quando será feito? (Data)	Quanto custará fazer? (Custo)	Como está o processo?
1.1	<ul style="list-style-type: none"> • Construção de ferramenta auxiliar para posicionar corretamente a cassete de UV / IR • Elaboração de OPL (One Poin Lesson) 	Miguel Santos, Sector Manutenção	Devido ao elevado tempo e frequência de manutenção corretiva no local de Secagem	OFFSET 7 KBA (Zona da Secagem Sistema UV/IR)	23/02/2018	0 €	DONE
1.2	<ul style="list-style-type: none"> • Construir dois suportes para movimentar e introduzir a cassete UV ou IR na máquina • Elaboração de OPL (One Poin Lesson) 	Miguel Santos, Sector Manutenção			17/10/2018	≈1000€	ON GOING

Com a ferramenta *Lean Gestao* visual e com intuito de exemplificar da melhor forma os resultados obtidos, a figura 4.33 ilustra as imagens antes e depois da solução. A ferramenta auxiliar foi construída com o objetivo de fazer um correto posicionamento da cassete UV e os dois suportes auxiliares com o objetivo de melhorar a movimentação e introdução da cassete UV e reduzir o número de colaboradores para executar a tarefa.

Para que aplicação da mesma seja eficaz é necessário fazer uma divulgação da solução assim como colocá-la estrategicamente de modo que fique visível a todos os colaboradores da empresa.

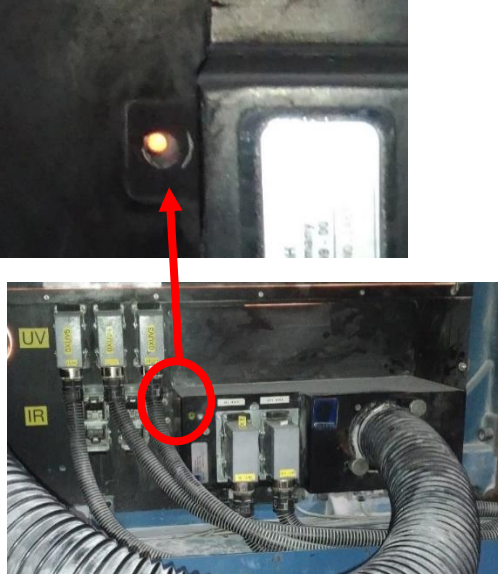


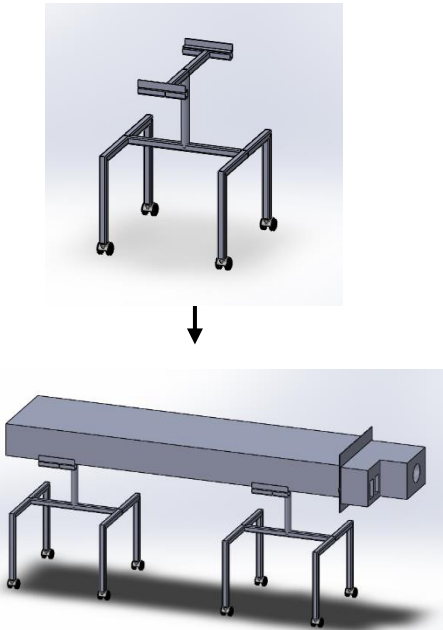
ITEM	DESCRIÇÃO	
1.1.	Construção de ferramenta auxiliar de aperto de parafusos M6x16 para posicionar corretamente a cassete de UV / IR	
	ANTES	DEPOIS
		 <div data-bbox="1145 779 1350 1066" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>Ferramenta auxiliar para aperto de parafuso de cabeça sextava interior M6x16</p> </div>
1.2.	Construção de dois suportes com movimento vertical para movimentar e introduzir a cassete UV/IR na máquina	
	ANTES	DEPOIS
		

Figura 4. 33- Gestão visual da solução proposta

Relativamente a manutenções corretivas, verifica-se pelo gráfico da figura 4.35, que o número das ações por parte da manutenção tem vindo a decrescer ligeiramente no equipamento OFFSET 7 devido ao aparecimento de avarias noutros locais. Relativamente ao local de secagem o numero de intervenções corretivas por mês diminuiu significativamente.

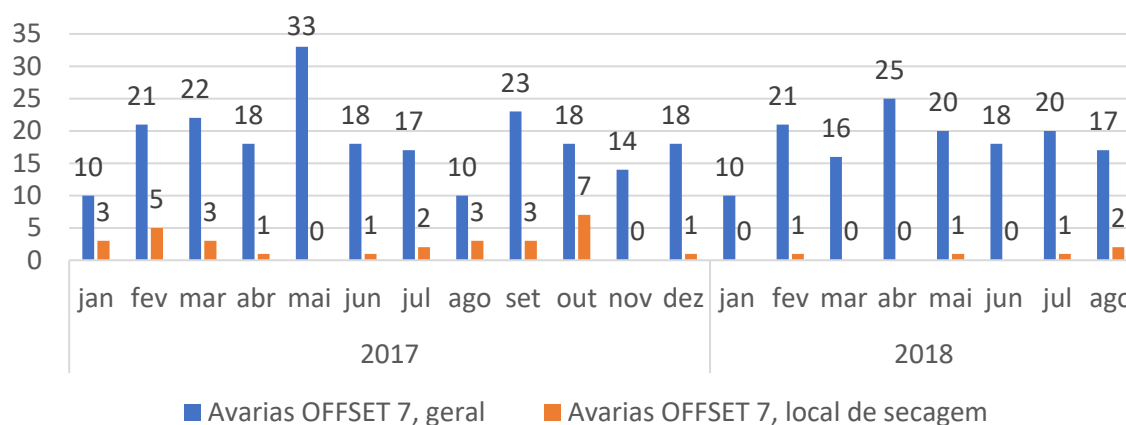


Figura 4. 35- Gráfico nº de intervenções de manutenção corretiva (OFFSET 7- 2017/2018)

É importante efetuar uma análise entre os dados retirados do registo de intervenção da manutenção (RIM) e o registo da produção (RP) de modo a verificar se os mesmos coincidem. Deste modo elaborou-se um gráfico (figura 4.36) com intuito de entender e controlar as diferenças de registo dos dois departamentos.

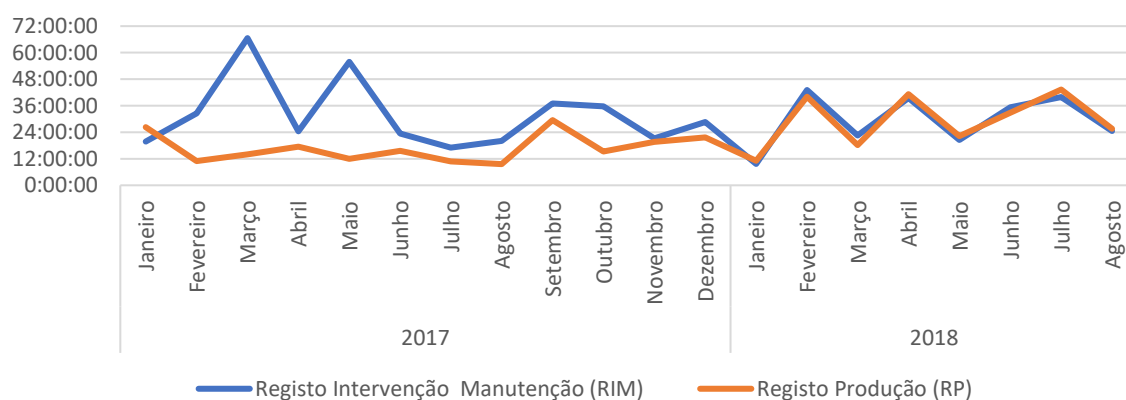


Figura 4. 36- Gráfico evolução de registo de intervenção de manutenção (Registo Produção vs Registo Manutenção)

É de salientar que no início do ano de 2017, havia uma grande discrepância dos dados retirados. Deste modo foi necessário dar formação aos operadores de produção e de manutenção para incentivar o correto registo das respetivas intervenções. Confirma-se que durante o ano 2018, a

diferença dos dados retirados é diminuta. As chefias de produção e manutenção devem estar envolvidas no processo e neste sentido é importante a confirmação e validação dos registos efetuados.

Como forma de verificar, se a solução proposta na fase anterior (3º fase) foi bem concretizada, é necessário analisar os dados efetuados até ao momento. Os gráficos das figuras 4.37 e 4.38 ilustram respetivamente a comparação da média de horas de manutenção corretiva no equipamento e na zona de secagem da OFFSET 7, no ano 2017 e no ano 2018.

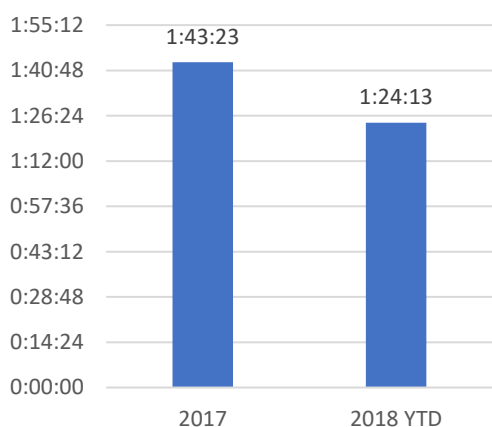


Figura 4. 37- Média horas de manutenção corretiva no equipamento OFFSET 7

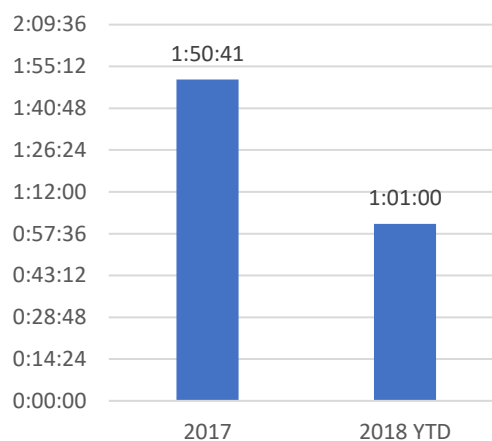


Figura 4. 38- Média horas de manutenção corretiva na zona de secagem no equipamento OFFSET 7

Na fase anterior, o problema identificado estava nas substituições por quebra e reapertos da Ficha Harting na zona de secagem. Para avaliar eficazmente se o número de manutenções corretivas da Ficha Harting diminui é necessário analisar por mês o número de vezes que essa ação acontece. Constata-se que pelo gráfico da figura 4.39 no ano 2017, houve uma intervenção da manutenção praticamente em todos os meses. No ano 2018 existiu uma única intervenção até ao momento (Agosto).

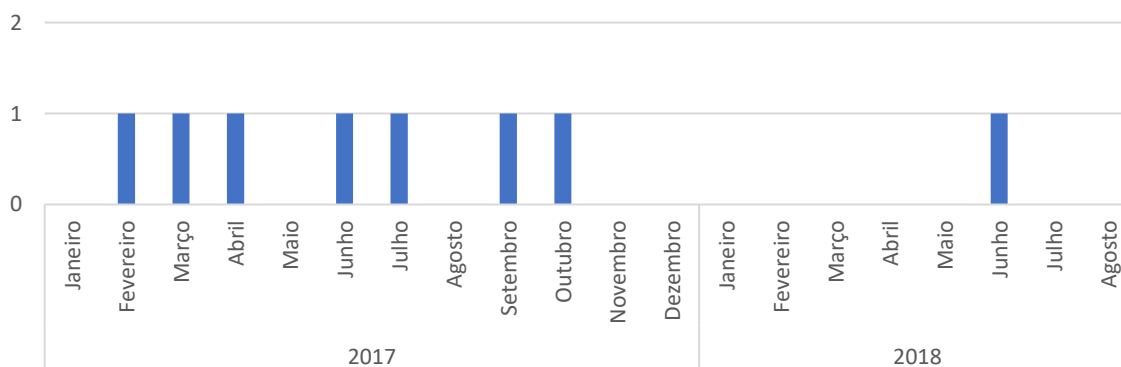


Figura 4. 39- Gráfico nº intervenções na Ficha Harting no equipamento OFFSET 7

Por último procede-se à análise do indicador: taxa de avarias no equipamento geral (figura 4.40). As ações efetuadas de manutenção preventiva ao equipamento em estudo permitiram que o número de ações de manutenção corretivas diminuísse, o que faz com que o equipamento esteja menos vezes parado e produza mais (ver anexo VI).

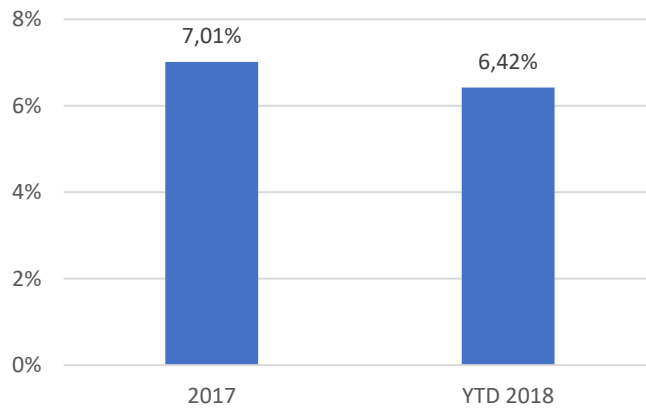
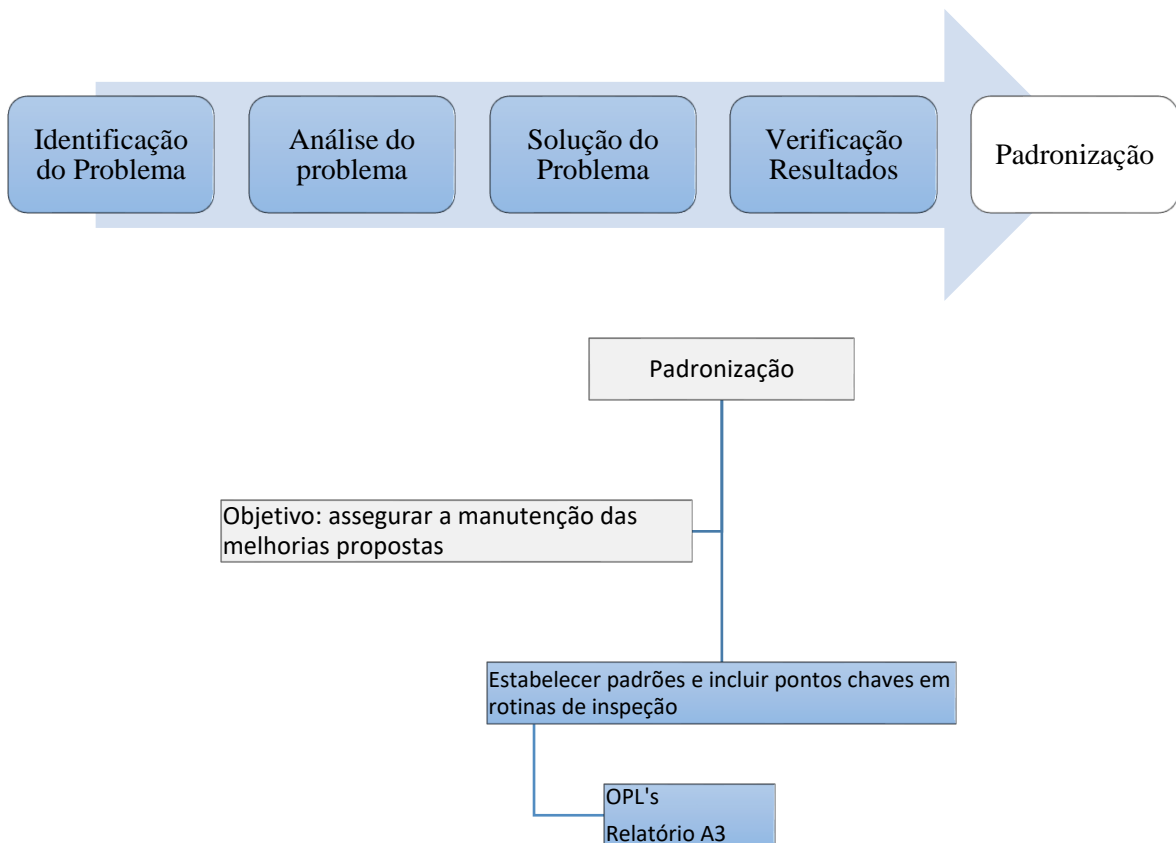


Figura 4. 40- Gráfico Taxa de Avarias no equipamento OFFSET 7

4.3.5- 5ª Fase – Padronização



O principal objetivo desta última fase (Padronização) é assegurar a manutenção das melhorias propostas. De acordo com o modelo IASVP consiste em estabelecer padrões e incluir pontos chaves em rotinas de inspeção, elaborar OPL's (One Point Lesson), aplicar medidas para prevenir a ocorrência do problema para garantir a efetividade dos resultados ao longo do tempo, rever todo o processo da solução do problema para trabalhos futuros, elaborar o relatório A3 e por último divulgar o caso de melhoria na empresa. A figura 4.41 é o exemplo do procedimento elaborado (através da primeira solução identificada) para posicionar corretamente a cassete UV. Este procedimento consiste em utilizar a ferramenta construída pela manutenção para reapertar os parafusos laterais que fixam a cassete ao equipamento (ver anexo VIII).




SITE Seda Iberica Total Excellence		STE One-Point Lesson		Nº
				Data / Date
		Posicionamento da Cassete UV/IR		Preparado por / Prepared by
Fábrica	Seda Iberica			Responsável STE
Linha	Manutenção			Responsável
Conhecimento	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico <input type="checkbox"/> Melhorias <input type="checkbox"/> Resolução de problemas			Situação Corrente Paulo Barbosa Situação Corrente Miguel Santos
Garantir que os parafusos de fixação da cassete ficam apertados antes de dar início ao arranque da produção				
				
Ferramenta auxiliar para apertar parafusos				
Disseminação	Data / Date			
Resultados	Resp. Treino / Coach			
	Participantes / students			

Figura 4. 41- OPL- Posicionamento da Cassete UV/IR

A figura 4.42 ilustra a OPL da segunda solução identificada na terceira fase do modelo que consiste no procedimento para retirar ou introduzir cassetes de secagem de lâmpadas IR ou lâmpadas UV na máquina OFFSET 7 (ver anexo IX).









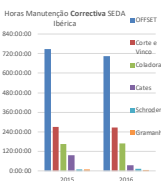
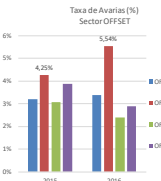
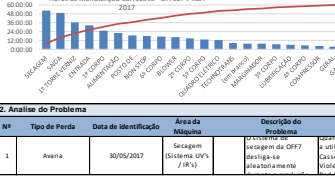
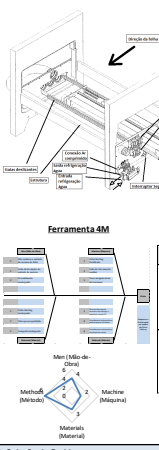

SITE Seda Iberica Total Excellence		STE One-Point Lesson		Nº
		Data / Date	17/10/2018	
		Responsável / STE	Preparado por / Prepared by	
Fábrica	Seda Iberica			
Linha	OFFSET 7 KBA			
Conhecimentos / Knowledges	<input type="checkbox"/> Conhecimento Básico / Basic Knowledge <input checked="" type="checkbox"/> Melhorias / Improvements <input type="checkbox"/> Resolução de problemas / Problem Solving		Sistema de Trabalho / Work System	Pedro Barbosa
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>1 Desligar Fichas Harting</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>2 Utilizar ferramenta auxiliar para retirar parafusos laterais</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>3 Retirar metade da cassette para fora</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>4 Encostar o 1º Suporte aos botões laterais e ao maciço de betão</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>5 Acionar pedal para movimentar na vertical. <u>Atenção às lâmpadas!</u></p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>6 Ajustar posicionamento da cassette</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>7 Retirar o máximo da cassette com o 1º suporte e de seguida inserir o 2º suporte na extremidade da mesma (conforme os passos nº 4, 5 e 6)</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>8 No final da operação, colocar os suportes no local identificado</p> </div> </div>				
Divisão/Área / Divisions				
Data / Date				
Resp. Treino / Teacher				
Participantes / students				

Figura 4. 42- Procedimento para retirar ou introduzir cassetes UV/IR no máquina OFFSET 7 KBA

De seguida e por último elabora-se um resumo em formato A3, chamado Relatório A3, como é ilustrado na Figura 4.43.

IASVP nº:	Equipa:	Título / Tema:	Sector:	Objetivo da Seda Iberica:
Project Leader (nome):	1. Miguel Santos 2. Sergio Paralta 3. Pedro Barbosa	Análise de avarias em equipamentos de impressão	OFFSET	Diminuir horas de manutenção corretiva
Miguel Santos			Equipamento:	Data de Inicio / Duração:
			OFFSET 7 KBA	Janeiro 2018 / 1 ano

1. Identificação do Problema:				
WHAT	WHO	WHY	WHERE	WHEN
Observação de elevado tempo de manutenção corretiva	Equipa de manutenção e produção	Perdas na Produção	No Sector OFFSET, máquina OFF7	Ano 2015 e 2016

2. Análise do Problema	
<p>Horas de Manutenção Corretiva SEDA Iberica</p>  <p>Taxa de Avarias (%) Sector OFFSET</p>  <p>Horas de Manutenção Corretiva - OFFSET 7 KBA</p> 	<p>Ferramenta 5M</p>  <p>Ferramenta 5 Why's</p> 

3. Solução do Problema				
What?	Construção de ferramenta auxiliar para apertar parafusos M6x16 e posicionar correctamente a cassette de UV / IR e elaboração de OPL (One Point Lesson)			
Who?	Miguel Santos, Sector Manutenção			
Why? (*)	Devido ao posicionamento da cassette das lâmpadas UV/IR			
Where?	OFFSET 7 KBA, Zona da Secagem, Sistema UV/IR			
When?	23/02/2018			
How Much?	0 €			
How is going?	DONE			

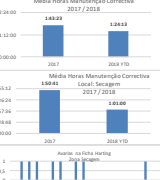

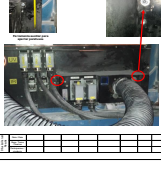
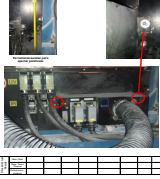
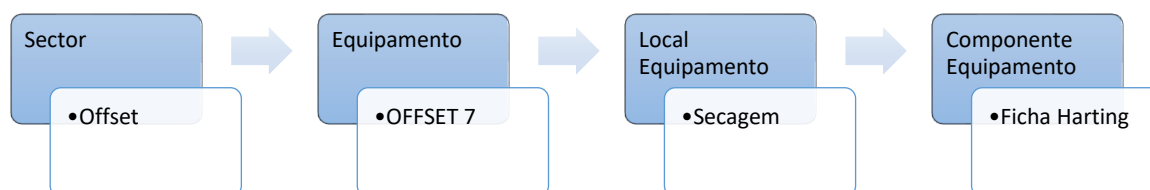
4. Verificação dos Resultados				
<p>Média Horas Manutenção Corretiva 2017/2018</p>  <p>Média Horas Manutenção Corretiva Local - Sector OFFSET 2017/2018</p>  <p>Análise de Ficha Harting</p> 	<p>5. Padronização</p> <p>Posicionamento de Cassete UV/IR</p> 			

Figura 4. 43- Relatório A3 aplicado ao modelo IASVP

4.4- Conclusão Caso Estudo



Da análise efetuada aos dados históricos de produção da SEDA Ibérica detetou-se que o sector Offset era o que representava maior número de ações corretivas. Dentro deste sector procedeu-se uma análise por equipamento, tendo se verificado que o problema residia no equipamento OFFSET 7, no local de secagem, no componente Ficha Harting. Aplicando o modelo IASVP definido na dissertação tendo por base o modelo PDCA, concluímos que os resultados foram satisfatórios. Em 2018, procedeu-se a análise das horas médias de manutenção corretiva no equipamento selecionado tendo por base de comparação o ano anterior e constatou-se que as mesmas apresentaram uma diminuição de aproximadamente 18% (Tabela 4.5). É importante referir que o modelo funciona na organização se houver uma adequação correta dos recursos e um envolvimento de todas as áreas.

Tabela 4. 5- Resultados obtidos no modelo IASVP aplicado ao caso de estudo

		2017	2018 (Agosto)	Variação
Equipamento: OFFSET 7	Horas de manutenção corretiva	382:31:00	235:48:00	-38,36%
	Média Horas de manutenção corretiva	1:43:23	1:24:13	-18,54%
	Nº de avarias	222	168	-24,32%
	Nº de intervenções por má utilização do operador	11	4	-63,64%
	Taxa de Avarias (%)	7	6,4	-8,57%
Local do equipamento: Secagem	Horas de manutenção corretiva	53:30:00	5:05:00	-90,50%
	Média Horas de manutenção corretiva	1:50:41	1:01:00	-44,89%
	Nº de avarias	29	5	-82,76%
	Nº de intervenções na Ficha Harting	7	1	-85,71%

Capítulo 5 – Conclusões e trabalhos futuros

No último capítulo deste trabalho apresentamos as principais conclusões e as propostas de desenvolvimentos futuros.

5.1 Conclusões

A implementação de novas soluções e aplicabilidade de novos modelos *lean* tem um impacto muito positivo, com resultados, inclusive na melhoria do serviço de manutenção e na moral dos colaboradores. A aplicação de uma estratégia de manutenção eficaz garante um nível elevado de disponibilidade e desempenho dos equipamentos numa produção contínua. O pensamento *Lean* na área de manutenção apresenta vantagens devido à sua capacidade de agregar valor nomeadamente reduzir desperdícios não planeados, custos, defeitos e prazos de entrega.

No caso da fábrica da SEDA Ibérica, é uma realidade complexa, uma vez que existe cinco sectores de produção que necessitam de períodos constantes de três turnos, havendo pouca disponibilidade para efetuar manutenção aos equipamentos. O trabalho desenvolvido é uma mais valia para a organização uma vez que não existia um método implementado para quantificação das perdas na manutenção. Para proceder à quantificação das perdas foi necessário i) elaborar um novo registo de intervenção da manutenção, ii) atualizar as tarefas de manutenção preventiva e iii) elaborar um plano de manutenção preventiva.

Posteriormente definiu-se o modelo designado por IASVP (Identificação do problema, Análise do problema, Solução do problema, Verificação de resultados e Padronização) que pretende melhorar o desempenho dos equipamentos de produção de uma forma simples e eficaz. O modelo IASVP assume-se como um modelo de suporte à implementação de uma cultura *Lean* através da disponibilização de ferramentas que permitem contabilizar, identificar e resolver perdas na manutenção. As ferramentas utilizadas foram os 4M, 5Why's, 5W2H, gestão visual, Kaizen, OPL's. Este modelo ao ser implementado de uma forma organizada permite identificar e resolver avarias com impacto significativo no desempenho do equipamento. Para o estudo do modelo IASVP identificou-se o sector e respetivo equipamento com maior número de avarias. Os resultados obtidos foram

satisfatórios uma vez que se conseguiu diminuir o número de intervenções de manutenção corretiva no sector analisado bem como as horas despendidas.

Durante o desenvolvimento do modelo IASVP existiram algumas limitações. Sendo que o principal obstáculo foi o tempo disponível para a implementação da mesma. Outra das limitações foi devido à complexidade dos equipamentos que por sua vez foi complexa caracterizar as causas do mau desempenho.

5.2 Desenvolvimentos futuros

Recomenda-se que a empresa continue a apostar na implementação do modelo desenvolvido na dissertação como forma de atingir melhoria continua nos diversos processos.

Em termos de desenvolvimentos futuros sugerimos o cálculo dos indicadores global OEE uma vez que permite avaliar uma série de fatores ao nível de desempenho, qualidade e disponibilidade dos equipamentos.

Relativamente ao caso de estudo o sistema de secagem pode ser melhorado na substituição das lâmpadas de mercúrio por lâmpadas LED, devido à sua alta durabilidade (10000 a 20000 horas) e baixo consumo de energia (reduz perto dos 50% de energia).

Um dos aspetos a desenvolver futuramente é a análise financeira associada à implementação do modelo IASVP com vista a identificar os equipamentos com os custos de manutenção mais elevados e conseguir criar oportunidades de negócio para a redução dos mesmos.

Referências

Andemeskel, F. Y. (2012) 'Total productive maintenance (TPM) implementation procedures in manufacturing organizations using axiomatic design principles', *11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference and the Annual European Safety and Reliability Conference 2012, PSAM11 ESREL 2012*, 1(May), pp. 348–357.

Andersson, R., Manfredsson, P. and Lantz, B. (2016) 'Total Quality Management & Business Excellence Total productive maintenance in support processes: an enabler for operation excellence', *Total Quality Management*, 0(0), pp. 1–14.

Bakri, A. H. *et al.* (2012) 'Boosting Lean Production via TPM', *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. The Authors, pp. 485–491.

Bash, E. (2015) 'TQM Philosophy of Kaoru Ishikawa - Darren Wallach', *PhD Proposal*, 1, pp. 1–8.

Braglia, M., Frosolini, M. and Gallo, M. (2017) 'SMED enhanced with 5-Whys Analysis to improve set-upreduction programs: the SWAN approach', *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(5–8), pp. 1845–1855.

Campos, V. F. (1999) 'TQC - Controle da Qualidade Total', *Falconi*, p. 230.

Chopra, K. (2017) 'The Pareto Principle in Leveraging Dynamic Compliance Program Effectiveness: Discovery Service para Universidad ICESI', *Journal of Health Care Compliance*, Vol. 19(Issue 1), p. p23–53. 5p. 2.

Citeve (2012) 'Ferramenta de Desenvolvimento e Aplicação do Lean Thinking no STV', *Competitividade Responsável*, pp. 1–24.

Costa, M. de A. (2013) 'Gestão Estratégica Da Manutenção: Uma Oportunidade Para Melhorar O Resultado Operacional', *Ufff*, p. 104.

Deming, W. E. (1990) 'Qualidade: a revolução da administração', *Marques Saraiva*.

- Dinis, C. (2016) *A Metodologia 5S e Kaizen Diário*.
- EN 15341 (2009) ‘Maintenance Key Performance Indicator’s’, *British Standards Institution*, (CEN (European Committee for Standardization)).
- EN13306 (2010) ‘Maintenance terminology’, *British Standards Institution*, (CEN (European Committee for Standardization)), p. 58.
- Falconi, V. (2015) ‘O PDCA focado nos resultados’, *BQualidade*. BQualidade.
- Fayol, H. (1989) ‘Administração industrial e Geral’, *Administração Industrial e Geral*, p. 134.
- Fourie, C. J. and Umeh, N. E. (2017) ‘Application of Lean Tools in the Supply Chain of a Maintenance Environment’, *South African Journal of Industrial Engineering*, 28(1), pp. 176–189.
- Grosfeld-Nir, A., Ronen, B. and Kozlovsky, N. (2007) ‘The Pareto managerial principle: When does it apply?’, *International Journal of Production Research*, 45(10), pp. 2317–2325.
- Gupta, P. and Vardhan, S. (2016) ‘Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: A case study’, *International Journal of Production Research*, 54(10), pp. 2976–2988.
- Halaweh, M. (2018) ‘An Original Information Systems Research Method: The Discount Focus Subgroup Method’, *Al Falah University*, 16(1), pp. 11–24.
- Imai, M. (2016) *KAIZEN*, *KAIZEN Institute*. Available at: <https://ch.kaizen.com/uber-uns/definition-von-kaizen.html> (Accessed: 9 April 2018).
- Ishikawa, K. (1986) ‘TQC – Total Quality Control: estratégia e administração da qualidade’.
- James Womack, Daniel Jones, D. R. (1992) ‘A máquina que mudou o mundo’.
- JIPM (2018) *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)*. Available at: <https://www.jipm.or.jp/en/> (Accessed: 10 March 2018).
- Kardec, A. and Nacif, J. (2001) ‘Manutenção - Função Estratégica’, p. 341.

- Kumar, S., Dhingra, A. K. and Singh, B. (2018) 'Process improvement through Lean-Kaizen using value stream map: a case study in India', *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 96(5–8), pp. 2687–2698.
- Lander, E. and Liker, J. K. (2007) 'The Toyota Production System and art: Making highly customized and creative products the Toyota way', *International Journal of Production Research*, 45(16), pp. 3681–3698.
- Lee, J. and Wang, H. (2008) '3 New Technologies for Maintenance', *Current*.
- Liker, J. K. and Meier, D. (2007) 'O Modelo Toyota-Manual de Aplicação: Um Guia Prático para a Implementação dos 4Ps da Toyota', p. 432.
- Longaray, A. A. *et al.* (2017) 'Applying the PDCA Cycle for Continuous improvement in a bovine confinement system: a case study', *Systems*, 12(3), p. 353.
- Luca, L. *et al.* (2017) 'Study To Determine a New Model of the Ishikawa Diagram for Quality Improvement', *Constantin Brâncuși University*, 1(1), pp. 249–254.
- Mello, C. H. P. and Salgado, E. G. (2005) 'Mapeamento dos processos em serviços : estudo de caso em duas pequenas empresas da área de saúde', 9001, pp. 1715–1722.
- Moen, B. R. and Norman, C. (1939) 'Evolution of the PDSA Cycle', *Cycle*, pp. 1–7.
- Moubray, J. (1996) 'Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade', *Aladon*.
- Muchiri, P. *et al.* (2011) 'Development of maintenance function performance measurement framework and indicators', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 131(1), pp. 295–302.
- Nakajima, S. (1988) 'Introduction to TPM—Total Productive Maintenance, Productive', *Cambridge*.
- NP 4492 (2010) 'Requisitos para a prestação de serviços de manutenção', *Instituto Portugues da Qualidade*, 7, pp. 1–46.
- Ohno, T. (1988) 'The Toyota Production System: Beyond Large scale production'.

- Pinto, J. P. (2009) 'Soluções lean thinking', *Comunidade Lean Thinking*, 5(c).
- Pinto, J. P. (2014) 'Introdução ao pensamento lean', *Pensamento lean - A filosofia das organizações vencedoras*.
- Pinto, J. P. (2016) 'Lean thinking – os primeiros passos', pp. 1–10.
- Qiang, T., Zhu, B. and Li, L. (2011) 'A study on Military Equipment Lean Maintenance', *ICQR2MSE 2011 - Proceedings of 2011 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering*, pp. 581–583.
- Sachdev, A. and Agrawal, J. (2017) 'Application of Policy Deployment and Daily Management in service sector', *International Journal of Quality Innovation*. *International Journal of Quality Innovation*, 3(1), p. 8.
- Shahin, A., Shirouyehzad, H. and Pourjavad, E. (2012) 'Optimum maintenance strategy: a case study in the mining industry', *International Journal of Services and Operations Management*, 12(3), p. 368.
- Sobek, D. K. and Jimmerson, C. (2004) 'A3 Reports: Tool for process improvement', *IIE Annual Conference. Proceedings*; m, pp. 1–6.
- Taylor, F. W. . (1995) 'Princípios de Gestão Científica', *Princípios de Administração Científica*, pp. 13–71.
- Thirkell, E. and Ashman, I. (2014) 'Lean towards learning: connecting Lean Thinking and human resource management in UK higher education', *The International Journal of Human Resource Management*, 25(21), pp. 2957–2977.
- Womack, J. P. and Jones, D. T. (2003) 'Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation', *Free Press*.

Anexos

- Anexo 1- Soluções Lean consoante a avaliação de vários parâmetros aplicáveis na indústria e serviços
- Anexo 2- Planta da fábrica SEDA Ibérica e localização dos respetivos sectores de produção
- Anexo 3- Caso estudo- Aplicação do modelo IASVP
- Anexo 4- Folha de Registo de Intervenção de Manutenção (RIM)
- Anexo 5- Verificação de tarefas de manutenção preventiva efetuadas ao equipamento OFFSET 7
- Anexo 6- Verificação da evolução do Registo de Intervenção de Manutenção (RIM) e o Registo de Produção (RP) entre Janeiro 2015 e Agosto 2018 nos equipamentos e sector OFFSET.
- Anexo 7- Verificação das manutenções preventivas efetuadas no ano 2017 e 2018 nos equipamentos OFFSET.
- Anexo 8- Elaboração de OPL da primeira solução identificada na 3º fase do modelo IASVP
- Anexo 9- Elaboração de OPL da segunda solução identificada na 3º fase do modelo IASVP

Anexo I

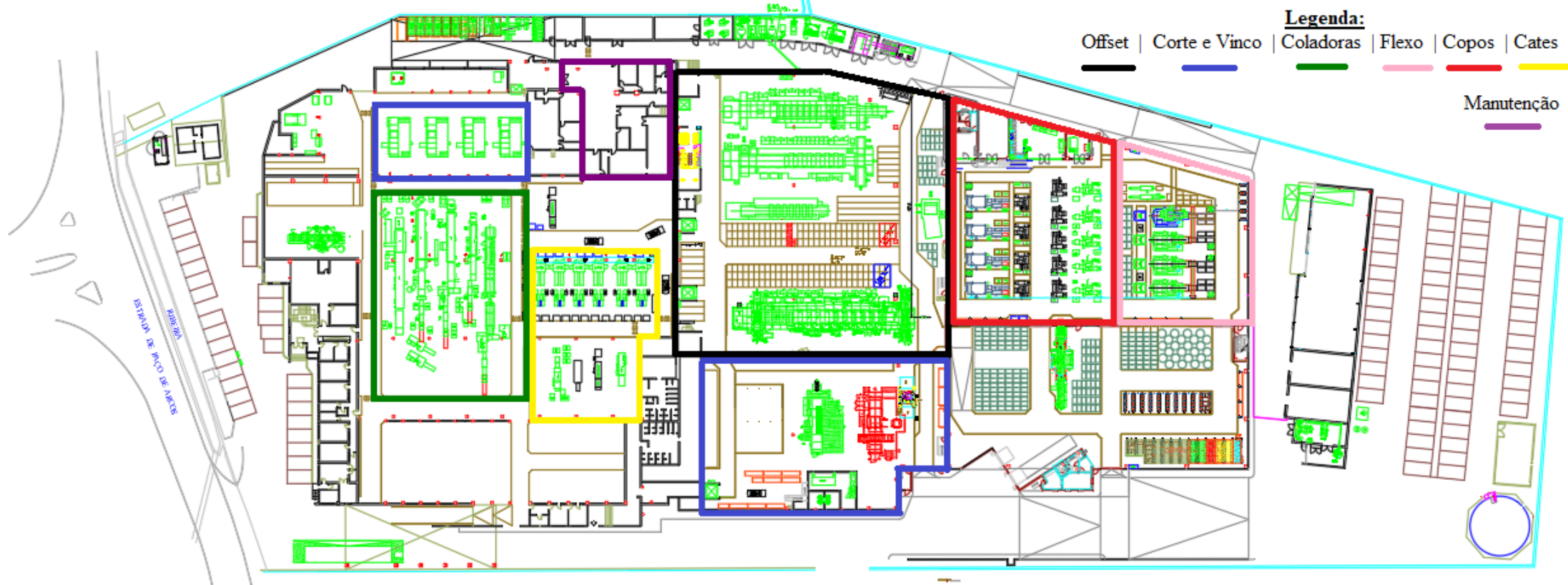
Soluções Lean consoante a avaliação de vários parâmetros
aplicáveis na indústria e serviços

Ferramentas <i>Lean</i>	Campo de aplicação		Proposto por:		Parâmetros						
	Indústria	Serviços	Womack (2003)	Pinto (2014)	Complexidade da solução <i>lean</i>	Envolvimento da equipa	Tempo necessário para a execução	Formação prévia necessária	Exigência de dados/informação prévia	Meios necessários para a execução	Aplicabilidade ao sector da Manutenção
Good housekeeping: 5S	X	X	X	X	■	■	■	●	●	▲	▲
Identificação dos 3M (Mura, Muda e Muri)	X	X	X	X	■	■	▲	▲	●	●	■
O 7 desperdícios (mudas) - 7W (seven wastes)	X	X	X	X	●	■	▲	●	●	●	■
SMED (Single Minute Exchange of Die)	X	X	X	X	■	■	■	■	▲	■	●
VSM (Value Stream Mapping)	X	X	X	X	▲	■	■	■	▲	●	■
5Why's (os 5 porquês)	X	X	X	X	●	■	●	●	▲	●	■
Formula 5W e 5W2H	X	X	X	X	●	■	▲	●	▲	●	■
Diagrama Pareto (Análise ABC)	X	X		X	▲	▲	●	▲	●	●	■
Diagrama Ishikawa (diagrama causa-efeito)	X	X	X	X	▲	■	▲	●	●	●	■
Folha de verificação (check sheet)		X		X	●	●	▲	●	●	●	■
Fluxograma (flow chart)		X		X	▲	■	▲	●	●	●	■
Diagrama esparguete	X	X		X	▲	■	■	■	▲	●	■
Brainstorming	X	X		X	■	■	■	▲	●	●	■
Kaizen	X	X	X	X	▲	■	■	■	▲	▲	▲
Relatório A3	X	X		X	▲	■	■	■	▲	▲	■
Sistema de controlo de operações kanban	X		X	X	▲	-	-	●	▲	●	●
Nivelamento da produção: Heijunka	X	X	X	X	■	-	-	■	■	▲	●
Sistema Just In Time (JIT)/Pull system	X	X	X	X	■	-	-	▲	▲	■	●
Sistema de duas caixas (two bin system)		X		X	●	-	-	●	●	▲	▲
Quadro Andon e Gestão Visual	X	X	X	X	●	-	-	●	-	▲	▲
Poka-yoke e Jidoka (sistemas à prova de erro)	X	X	X	X	●	-	-	●	-	▲	▲
Milkrun (Mizusumashi)	X	X		X	▲	●	-	▲	▲	■	●
Layout celular e takt time	X	X	X	X	■	■	-	▲	■	■	●
Quality Function Deployment (QFD)	X	X		X	■	▲	■	■	■	●	■
OPL (One Point Lesson)		X		X	■	▲	▲	■	▲	●	■
Voice of Customer (VOC) e House of quality (HOQ)	X	X	X	X	■	▲	■	▲	■	▲	■
Hou-ren-sou (gestão pela comunicação)	X	X		X	▲	■	▲	●	●	●	■
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	X	X		X	▲	▲	▲	■	▲	▲	▲
Value Stream Analysis and Design (VSA/D)	X	X	X	X	■	▲	■	■	■	●	▲
Diagrama SIPOC		X		X	●	▲	●	▲	●	●	▲
Carta Controlo Estatístico		X		X	■	▲	■	■	■	■	●
Gráfico radar (radar chart)	X	X		X	■	●	■	▲	■	●	■

Legenda:	Elevado	Moderado	Baixo
	■	▲	●

Anexo II

Planta da fábrica SEDA Ibérica e localização dos respetivos sectores de produção



Anexo III

Folha de Registo de Intervenção de Manutenção (RIM)

CAPA	1. IDENTIFICAÇÃO	2. ANÁLISE	3. SOLUÇÃO	4. VERIFICAÇÃO	5. PADRONIZAÇÃO
------	------------------	------------	------------	----------------	-----------------

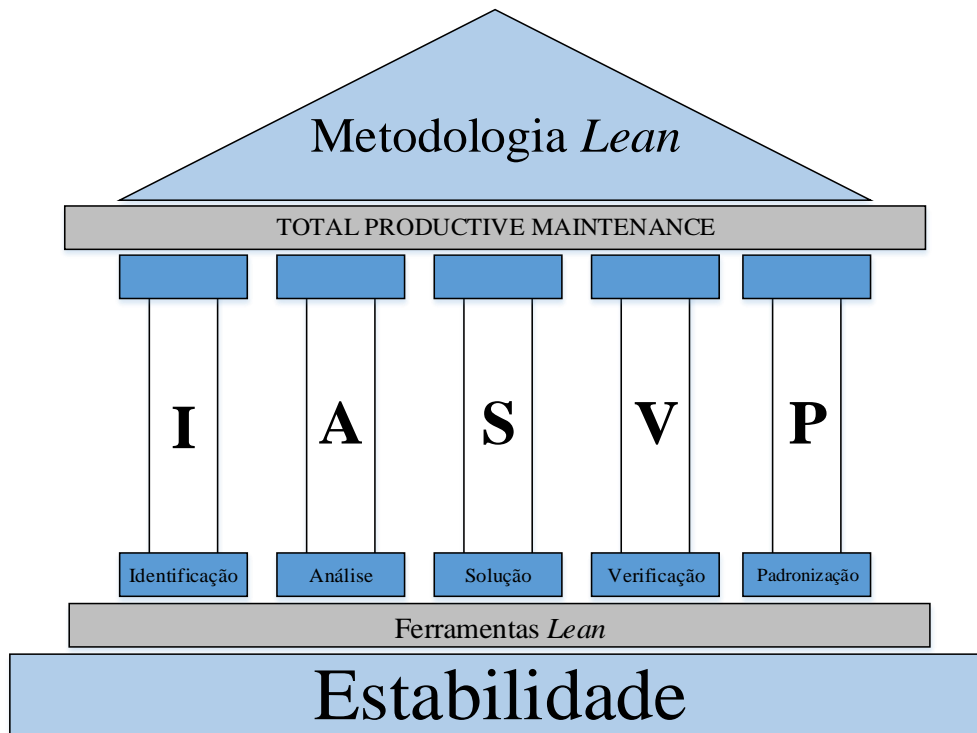
IASVP nº :	1
------------	---

DEPARTAMENTO (marcar com X)	PRODUÇÃO	MANUTENÇÃO	LOGÍSTICA	QUALIDADE	COMERCIAL
		X			

Outro: _____

TEMA (marcar com X)	SEGURANÇA	ENERGIA	AMBIENTE	EQUIPAMENTOS	MATÉRIA PRIMA
				X	

Outro: _____



Elaborado por:

Miguel Santos

Data

_____/_____/_____

Aprovado por:

Miguel Santos

Data

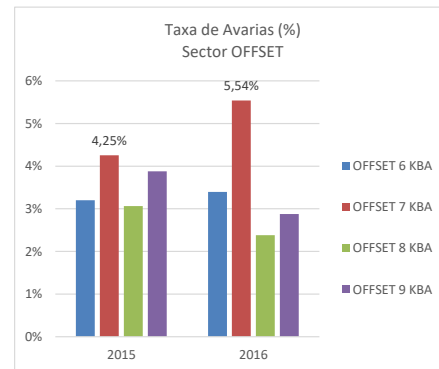
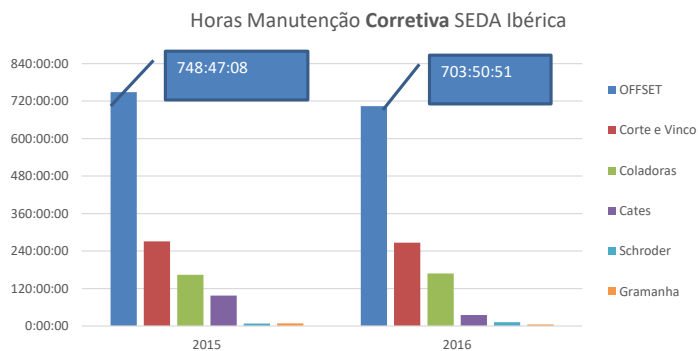
_____/_____/_____

CAPA	1. IDENTIFICAÇÃO	2. ANÁLISE	3. SOLUÇÃO	4. VERIFICAÇÃO	5. PADRONIZAÇÃO
------	------------------	------------	------------	----------------	-----------------

Utilizar ferramenta de identificação de problema, 5W (What, Who, Why, Where, When)

5W	WHAT	O QUE (O que aconteceu?)	Observação de elevado tempo de manutenção corretiva
	WHO	QUEM (Quem estava presente?)	Responsáveis de sectores produção e manutenção
	WHY	PORQUÊ? (Porque é que aconteceu?)	Elevadas perdas por avarias de equipamentos de Produção
	WHERE	ONDE (Em que máquina/processo?)	No Sector OFFSET, máquina OFFSET 7
	WHEN	QUANDO (Qual o período de tempo?)	Ano 2015 e 2016

- Identificar o sector de produção com maior tempo de manutenção correctiva
- Identificar o(s) equipamento(s) com maior taxa de avarias



- Identificar o(s) objetivos(s) e o(s) equipamento(s) para atingir as zero avarias

Objetivo Principal

Diminuir o número e tempo de manutenção corretiva (avarias) no equipamento de impressão OFFSET 7 KBA

- Descrever o processo de produção/manutenção do equipamento identificado

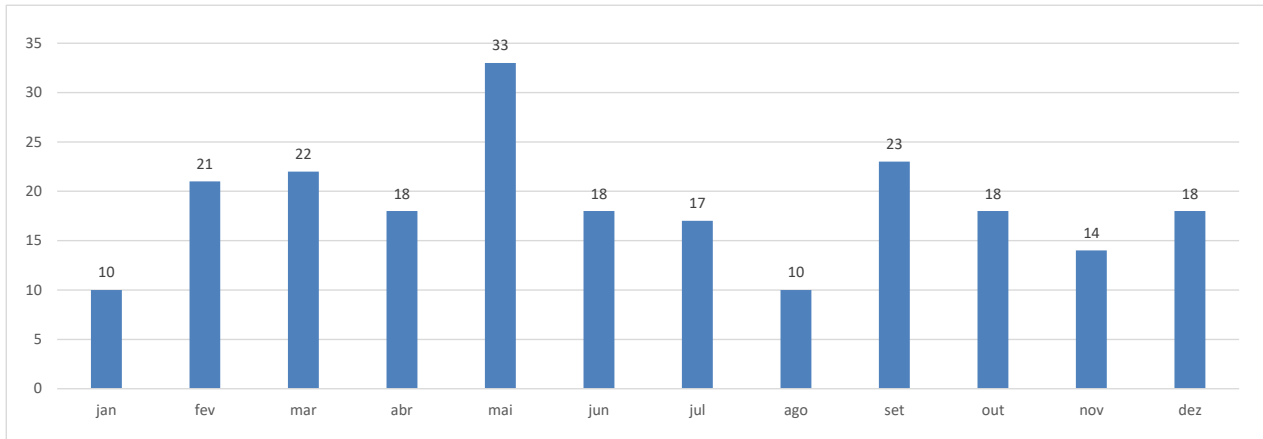
Todos os produtos para consumo têm uma embalagem de um tipo ou de outro e a produção das embalagens começa com a queimadura de uma chapa de alumínio. A chapa é colocada no cilindro e um laser começa o processo de queimadura. A imagem aparece em minutos. Esta chapa vai fazer as marcas de impressão das embalagens. O laser tem de ser perfeitamente calibrado usando-se uma chapa de teste. A impressão começa com uma mistura manual de tintas, se a cor desejada não existir tem de ser inventada pela junção de outras cores. É feito um ensaio de tinta com uma espátula e recorrendo a uma impressora manual são executados os testes de tinta. A tinta é espalhada no papel e a cor é comparada com um desenho original. Se as duas coincidirem as impressoras podem começar a aquecer. O equipamento de estudo é uma máquina de 6 cores do processo offset. A impressora é alimentada pelo um processo de sucção e fricção, devorando no máximo 12000 folhas/ hora. A chapa é colocada no cilindro de impressão que entra em contacto com rolos de tintagem alimentados por reservatórios de tinta. Para impedir que a tinta seque a sua viscosidade é controlada por um oscilador. A impressora arranca e numa hora, sem interrupções, atinge um índice de produção de 12000 impressões/ hora. A impressora é composta por unidade individuais de impressão a cor. A folha de papel passa de uma unidade para outra recebendo uma nova cor a cada passo. O controlo de qualidade final garante que as cores e o seu posicionamento estão corretos.

CAPA	1. IDENTIFICAÇÃO	2. ANÁLISE	3. SOLUÇÃO	4. VERIFICAÇÃO	5. PADRONIZAÇÃO
------	------------------	------------	------------	----------------	-----------------

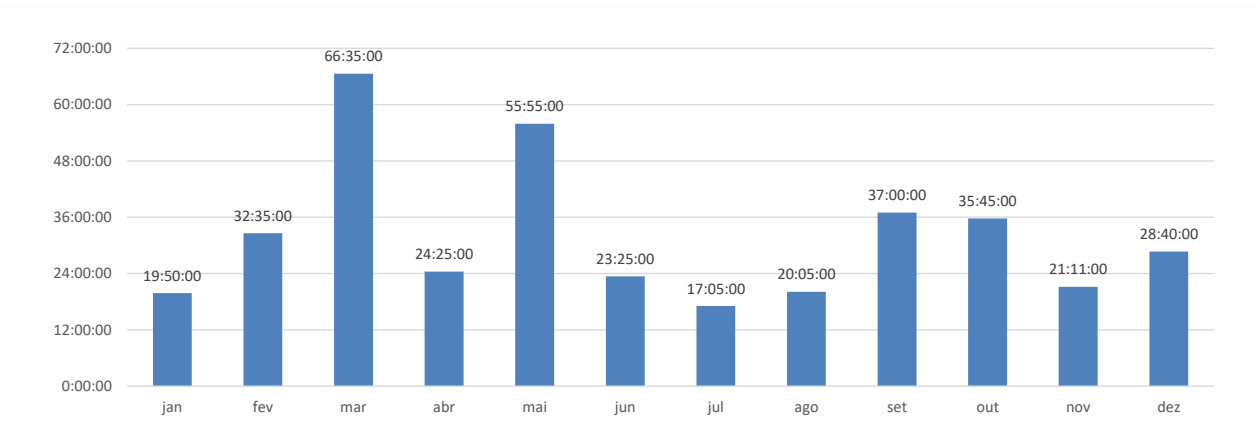
Identificar os principais constrangimentos técnicos devido ao equipamento e devido a ações humanas

Equipamento:	OFFSET 7 KBA
Ano:	2017

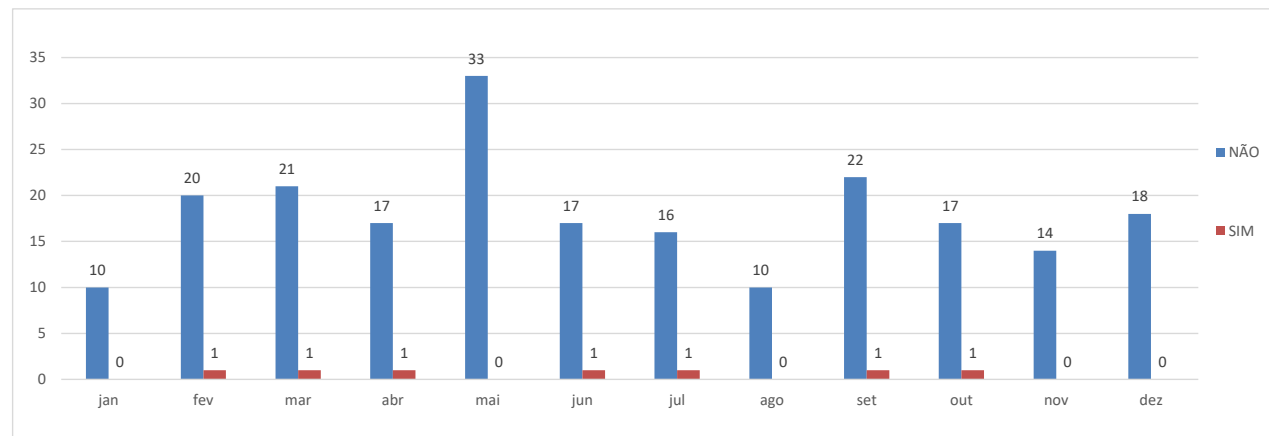
Número de intervenções de manutenção corretiva



Horas de intervenção de manutenção Corretiva

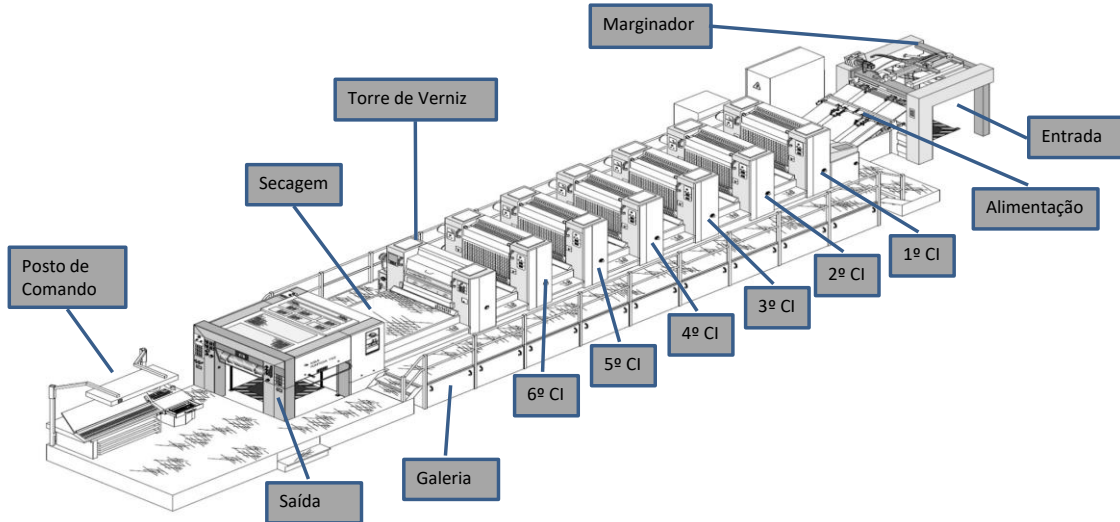


Número de intervenções de manutenção corretiva por má utilização do operador

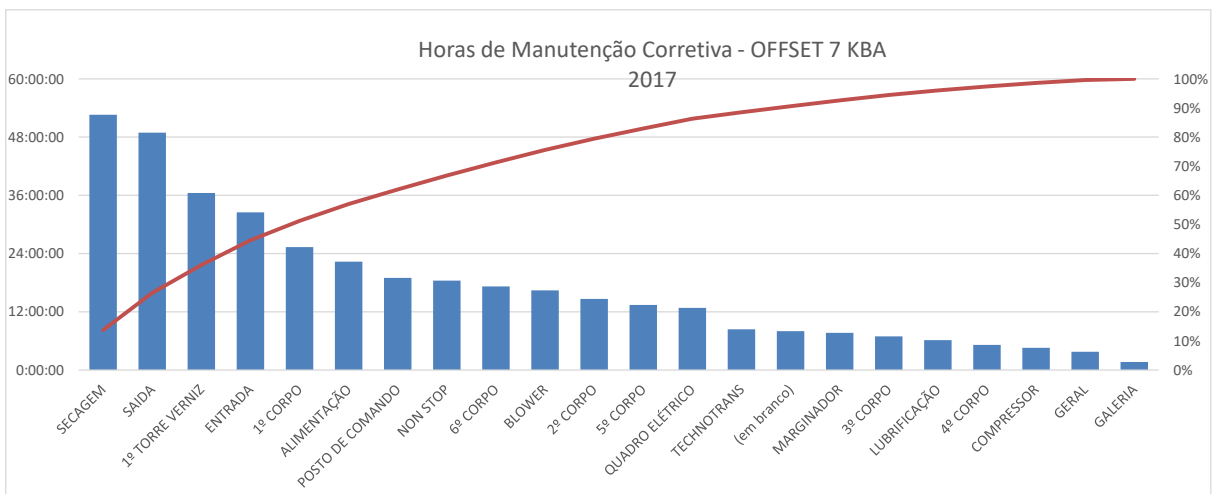
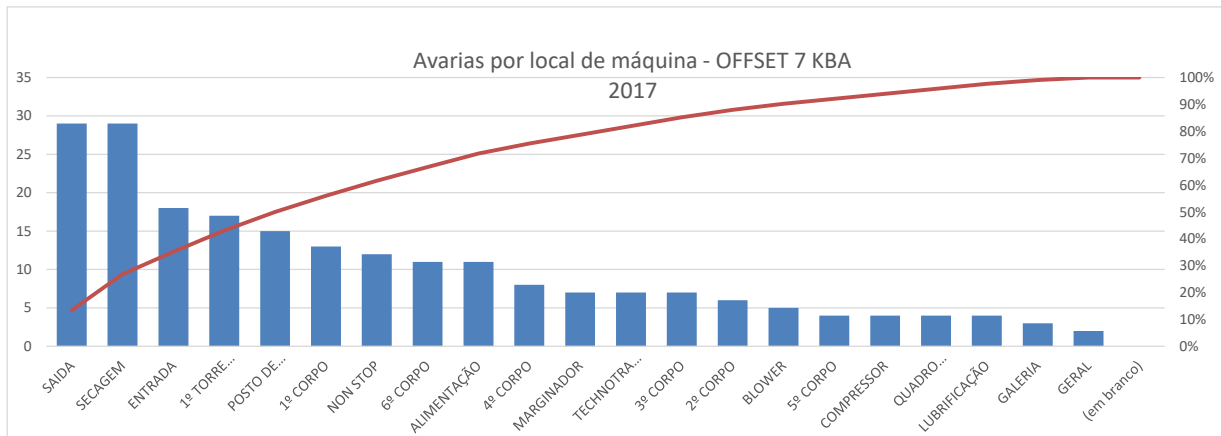


CAPA	1. IDENTIFICAÇÃO	2. ANÁLISE	3. SOLUÇÃO	4. VERIFICAÇÃO	5. PADRONIZAÇÃO
------	------------------	------------	------------	----------------	-----------------

Ilustrar as diversas partes do equipamento



Identificar principais zonas críticas que afectam o desempenho do equipamento

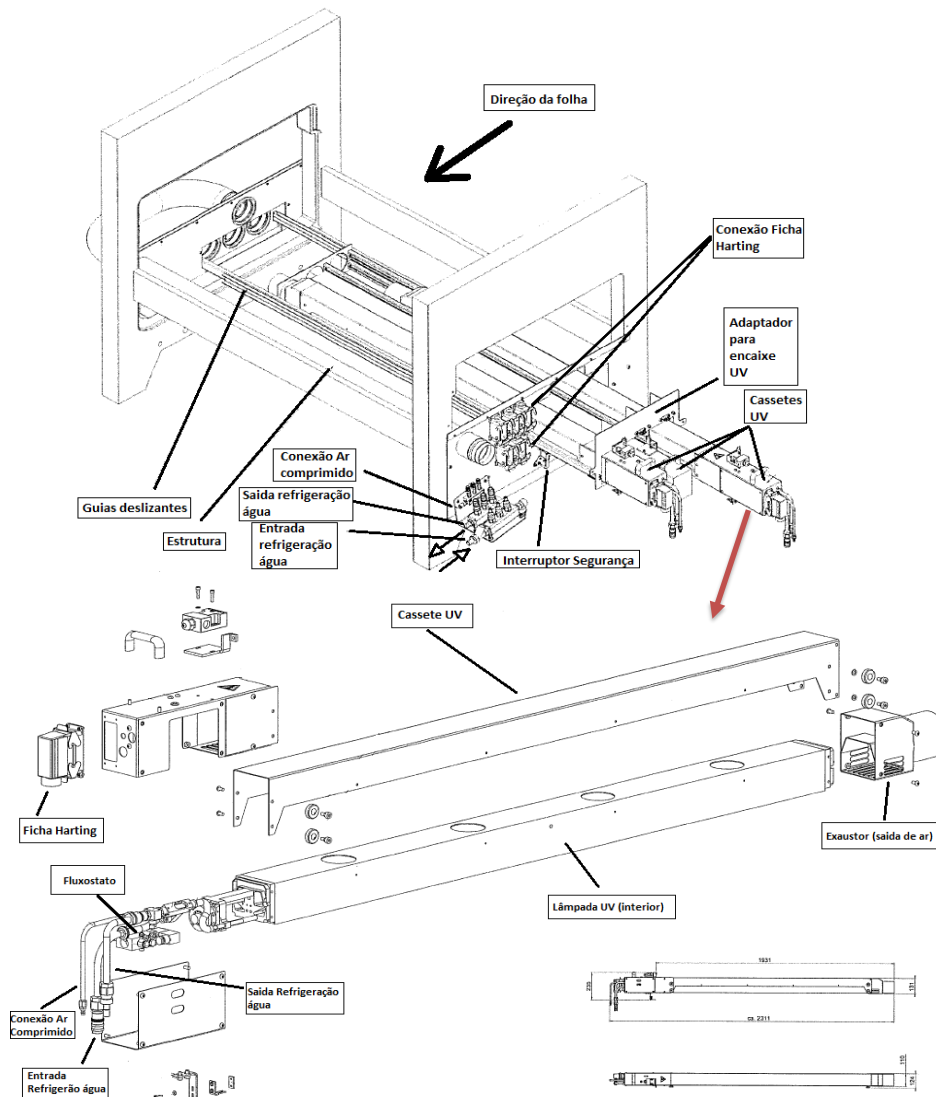


CAPA	1. IDENTIFICAÇÃO	2. ANÁLISE	3. SOLUÇÃO	4. VERIFICAÇÃO	5. PADRONIZAÇÃO
------	------------------	------------	------------	----------------	-----------------

Descrever o problema e identificar a ocorrência do mesmo

ITEM	Tipo de Perda	Data de identificação	Área da Máquina	Descrição do Problema	Recorrência
1	Avaria	30/05/2017	Secagem (Sistema UV's / IR's)	O sistema de secagem da OFF7 desliga-se aleatoriamente durante a produção	Quando é necessário a utilização de Cassete Ultra Violetas (UV) ou Infra Red (IR)
2					
3					
...					

Ilustrar desenhos técnicos do local a analisar



CAPA	1. IDENTIFICAÇÃO	2. ANÁLISE	3. SOLUÇÃO	4. VERIFICAÇÃO	5. PADRONIZAÇÃO
------	------------------	------------	------------	----------------	-----------------

Identificar e analisar os principais locais e os respectivos componentes críticos

- Ilustrar desenhos técnicos do local a analisar
- Analisar em detalhe o principal local identificado

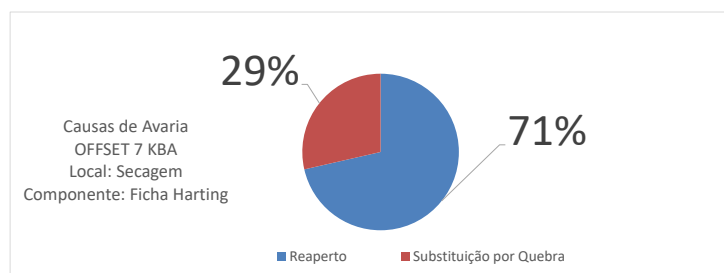
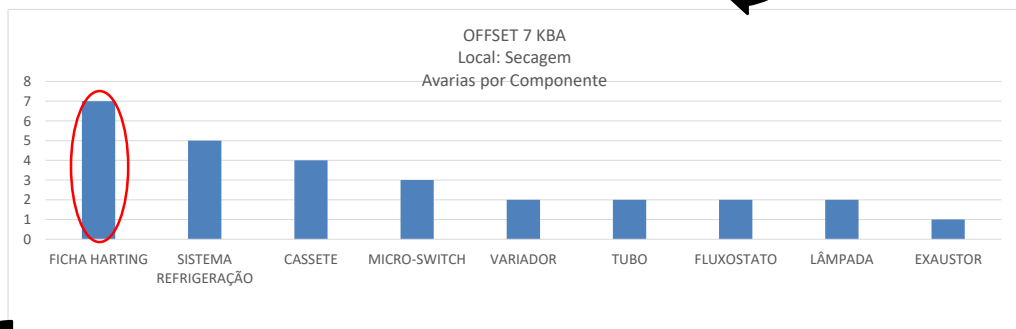
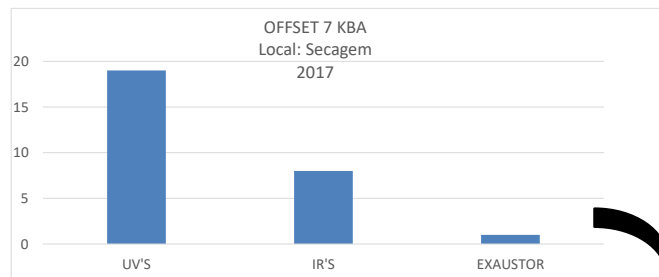
ITEM Nº:

Local da Máquina a analisar:

Sistema Refrigeração	Sistema Aquecimento	Sistema Segurança
Tubagem ar comprimido	Lâmpada UV/IR	Contactor de segurança
Tubagem de água	Termoestato	Micro-Switch
Fluxostato	Blower	
	Filtros	
Ventilador	Contactor	Inspeção Lâmpadas
Ficha Harting	Cabo elétrico	Limpeza de filtros
Guias Deslizantes	Disjuntor	Retirar Cassete UV/IR
Cassete	Quadro Elétrico	Substituição Lampadas
Estrutura	Sistema Elétrico	Procedimento

Identificar principais componentes críticos e principais causas de avaria

O sistema de Secagem é constituído por dois sistemas independentes, sistema secagem por UV's ou por IR's



CAPA	1. IDENTIFICAÇÃO	2. ANÁLISE	3. SOLUÇÃO	4. VERIFICAÇÃO	5. PADRONIZAÇÃO
------	------------------	------------	------------	----------------	-----------------

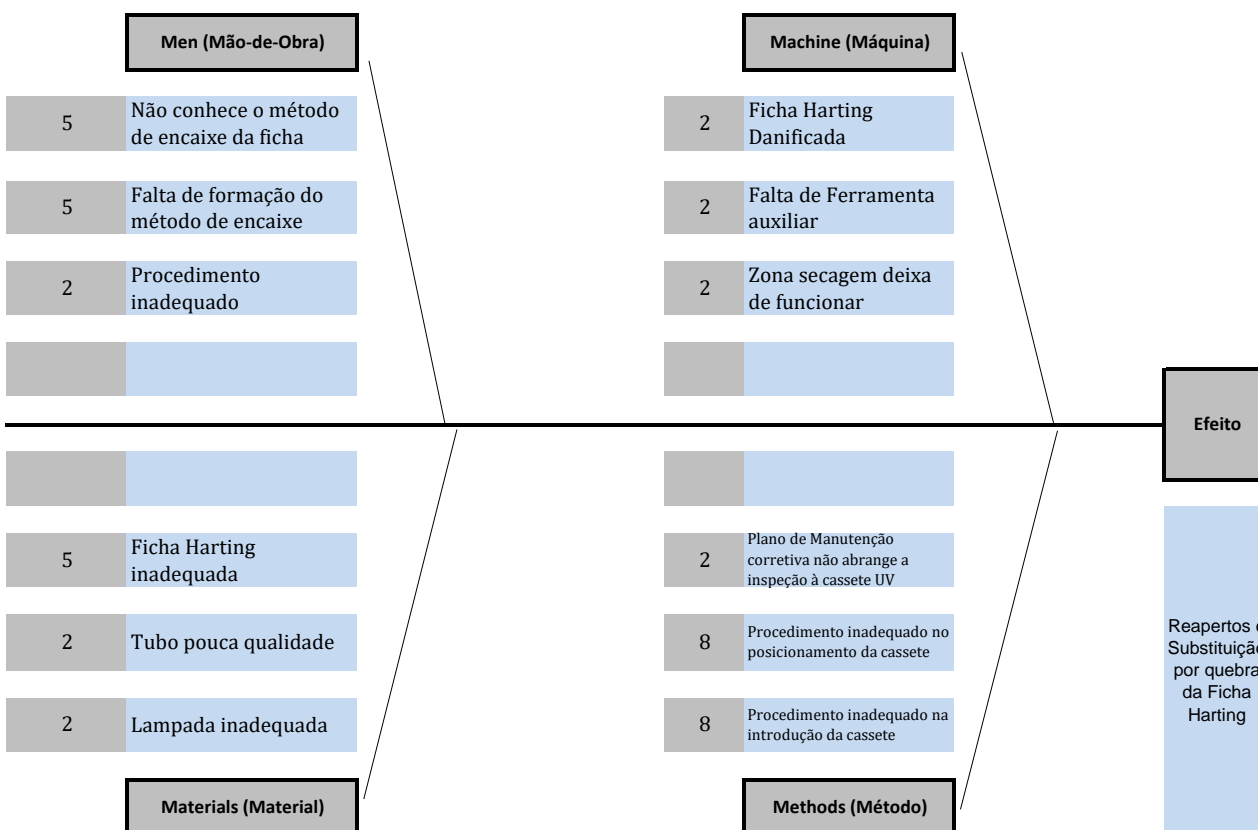
Utilizar a ferramenta para identificar as principais causas do problema

- Identificar os 4M (Men, Machine, Methods, Materials)

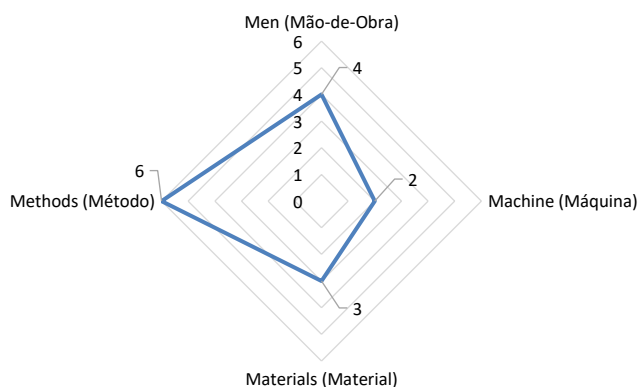
ITEM Nº 1

Local da Máquina a analisar: ZONA DE SECAGEM

Identificação de problemas afectados ao equipamento de impressão OFFSET 7 KBA na zona de secagem durante o ano 2017



Influência das causas	
8	Alta
5	Média
2	Baixa



Critério com base no relatório dos registos das intervenções da Manutenção (RIM)

CAPA	1. IDENTIFICAÇÃO	2. ANÁLISE	3. SOLUÇÃO	4. VERIFICAÇÃO	5. PADRONIZAÇÃO
------	------------------	------------	------------	----------------	-----------------

Elaboração de plano de ação

- Utilizar a ferramenta 5W2H (What, Who, Why, Where, When, How cost, How is going)

Planeamento da Ação					Implementação da Ação		
ITEM	What?	Who?	Why? (*)	Where?	When?	How Much?	How is going?
	O que será feito? (Etapas)	Por quem será feito? (Responsabilidade)	Por que deve ser executado? (Justificação)	Onde será feito? (Equipamento)	Quando será feito? (Data)	Quanto custará fazer? (Custo)	Como está o processo?
1.1	<ul style="list-style-type: none"> ● Construção de ferramenta auxiliar para posicionar correctamente a cassette de UV / IR ● Elaboração de OPL (One Poin Lesson) 	Miguel Santos, Sector Manutenção	Devido ao elevado tempo e frequência de manutenção corretiva no local de Secagem	OFFSET 7 KBA (Zona da Secagem Sistema UV/IR)	23/02/2018	0 €	DONE
1.2	<ul style="list-style-type: none"> ● Construir dois suportes para movimentar e introduzir a cassette UV ou IR na máquina ● Elaboração de OPL (One Poin Lesson) 	Miguel Santos, Sector Manutenção			17/10/2018	≈1000€	ON GOING
2							
3							
...							

CAPA

1. IDENTIFICAÇÃO

2. ANÁLISE

3. SOLUÇÃO

4. VERIFICAÇÃO

5. PADRONIZAÇÃO

Execução das ações corretivas e preventivas

- Disponibilizar meios necessários
- Ilustrar as ações efectuadas de cada melhoria

ITEM

FOTO / DESENHO

1.1 Construção de ferramenta auxiliar de aperto de parafusos M6x16 para posicionar correctamente a cassete de UV / IR



Antes

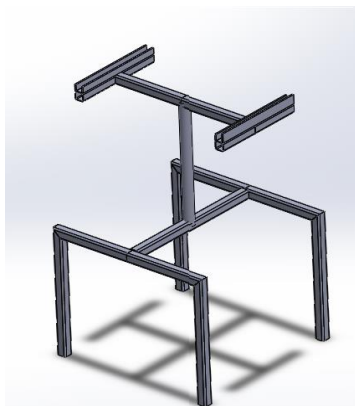
Depois



Parafuso cabeça sextava interior

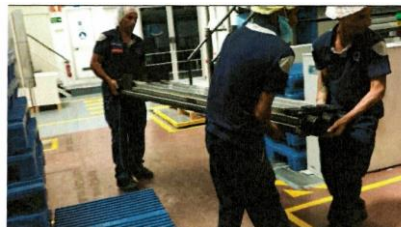


1.2 Construção de dois suportes com movimento vertical para movimentar e introduzir a cassete UV/IR na máquina

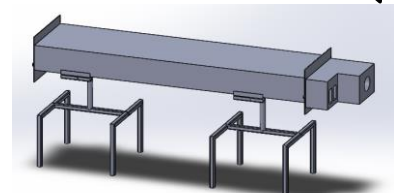


Antes

Depois

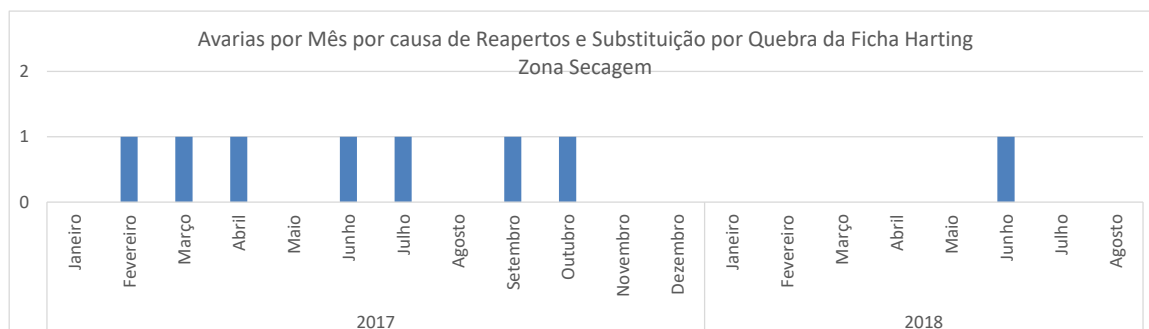
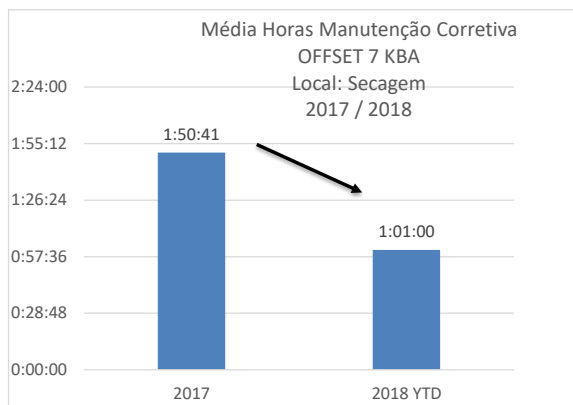


2X



CAPA	1. IDENTIFICAÇÃO	2. ANÁLISE	3. SOLUÇÃO	4. VERIFICAÇÃO	5. PADRONIZAÇÃO
------	------------------	------------	------------	----------------	-----------------

●Evolução de avarias nas zonas críticas do equipamento selecionado



	2017	2018 (Agosto)	Varição	
Equipamento: OFFSET 7	Horas de manutenção correctiva	382:31:00	235:48:00	-38,36%
	Média Horas de manutenção correctiva	1:43:23	1:24:13	-18,54%
	Nº de avarias	222	168	-24,32%
	Nº de intervenções por má utilização do operador	11	4	-63,64%
	Taxa de Avarias (%)	7,01	6,42	-8,42%
Local do equipamento: Zona Secagem	Horas de manutenção correctiva	53:30:00	5:05:00	-90,50%
	Média Horas de manutenção correctiva	1:50:41	1:01:00	-44,89%
	Nº de avarias	29	5	-82,76%
	Nº de intervenções na Ficha Harting	7	1	-85,71%

Verificar a continuidade ou não do problema. Caso o objetivo nao for alcançado, voltar para a fase de Análise (Etapa 2)





A Causa raiz foi eliminada?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	O objetivo foi alcançado?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
-----------------------------	---	------------------------------	---------------------------	---	------------------------------

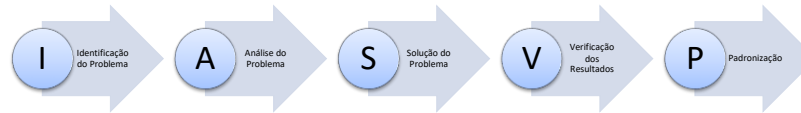
CAPA	1. IDENTIFICAÇÃO	2. ANÁLISE	3. SOLUÇÃO	4. VERIFICAÇÃO	5. PADRONIZAÇÃO
------	------------------	------------	------------	----------------	-----------------

Estabelecer padrões e incluir pontos chaves em rotinas de inspeção

- Elaboração de OPL's (One Point Lesson)
- Aplicação de medidas para prevenir a ocorrência do problema para garantir a efetividade dos resultados ao longo do tempo
- Rever todo o processo da solução do problema para trabalhos Futuros
- Elaboração de Relatório A3
- Divulgar o caso de melhoria na empresa.

ITEM 1.1

 Seda Ibérica Total Excellence	<i>STE One-Point Lesson</i>			Nº	
				Data / Date	23/02/2018
Posicionamento da Cassete UV/IR				Responsável STE	Preparado por / Prepared by
Fábrica	Seda Iberica			Sebastião Carvalho Pedro Barbosa	Sebastião Carvalho Miguel Santos
Linha	Manutenção				
Classificação	<input checked="" type="checkbox"/> Conhecimento Básico Basic Know ledge	<input type="checkbox"/> Melhorias Improvements	<input type="checkbox"/> Resolução de problemas Problem Solving		
<p>Garantir que os parafusos de fixação da cassete ficam apertados antes de dar início ao arranque da produção</p>					
					
Ferramenta auxiliar para apertar parafusos					
					
Difusão/Actual Results	Data / Date				
	Resp. Treino /Teacher				
	Participantes / students				



IASVP nº:	1
Project Leader (nome)	Miguel Santos

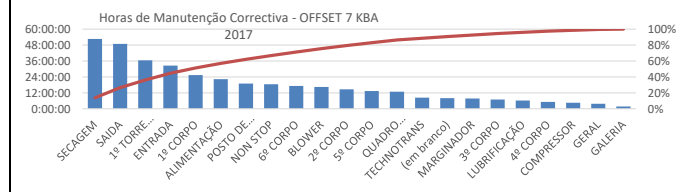
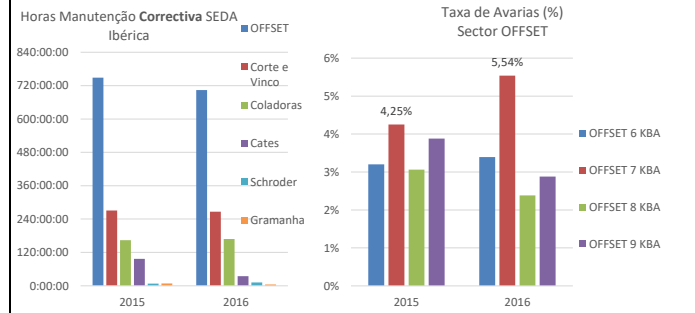
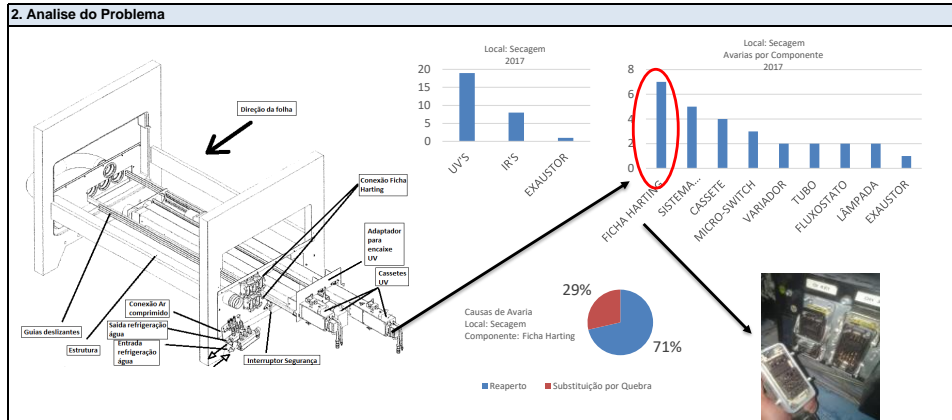
Equipa	1. Miguel Santos 2. Sergio Paralta 3. Pedro Barbosa 4. Operadores de Manutenção
---------------	--

Título / Tema:	Análise de avarias em equipamentos de impressão
-----------------------	---

Sector	OFFSET
Equipamento	OFFSET 7 KBA

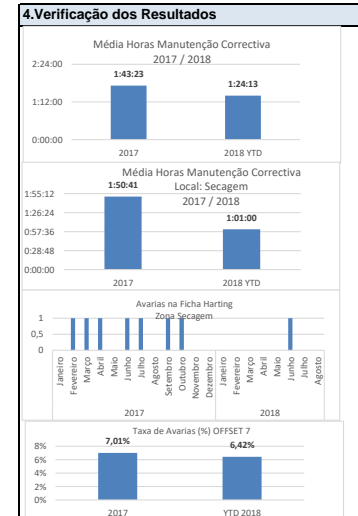
Objetivo da Seda Iberica	Diminuir horas de manutenção corretiva
Data de Inicio / Duração	Janeiro 2018 / 1 ano

1. Identificação do Problema:				
WHAT	WHO	WHY	WHERE	WHEN
Observação de elevado tempo de manutenção correctiva	Equipa de manutenção e produção	Perdas na Produção	No Sector OFFSET, maquina OFF7	Ano 2015 e 2016



2. Análise do Problema

Nº	Tipo de Perda	Data de identificação	Área da Máquina	Descrição do Problema	Recorrência
1	Avaria	30/05/2017	Secagem (Sistema UV's / IR's)	O sistema de secagem da OFF7 desliga-se aleatoriamente durante a produção	Quando é necessário a utilização de Cassete Ultra Violetas (UV) ou Infra Red (IR)

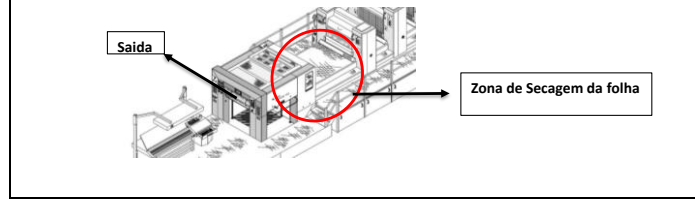


Ferramenta 4M

ITEM	Causas Potenciais Identificadas	Porquê (1)	Porquê (2)	Porquê (3)	Porquê (4)	4M
1.1	Ficha Harting Danificada	Cassete está mal posicionada	Falta de parafuso para colocar a cassete no sítio certo	Falta de ferramenta auxiliar para aperto de parafuso		Método
1.2	Introdução incorretamente a cassete na máquina	As introduzir a cassete danificou as fichas harting	É necessário 3 operadores para apoiar e introduzir a cassete de 75 kg num espaço reduzido	Não existe nenhum meio disponível para colocar a cassete		Método

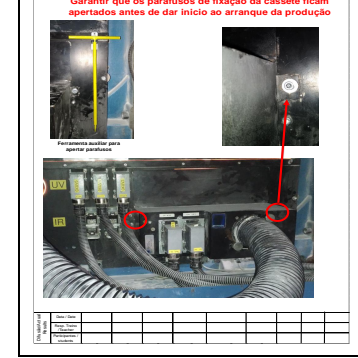
5. Padronização

<p>Garanti que os parafusos de fixação da cassete ficam apertados antes de dar início ao arranque da produção</p>	



3. Solução do Problema

What?	Construção de ferramenta auxiliar para apertar parafusos M6x16 e posicionar correctamente a cassete de UV / IR e elaboração de OPL (One Point Lesson)
Who?	Miguel Santos, Sector Manutenção
Why? (*)	Devido ao posicionamento da cassete das lâmpadas UV/ IR
Where?	OFFSET 7 KBA, Zona da Secagem, Sistema UV/IR
When?	23/02/2018
How Much?	0 €
How is going?	DONE



Fase		Etapa		Descrição	Ferramentas Lean
I	Identificação do Problema	Etapa 1	1.1	Identificação do equipamento Utilizar ferramenta de identificação de problema, 5W (What, Who, Why, Where, When) <ul style="list-style-type: none"> Identificar o sector de produção com maior tempo de manutenção corretiva Identificar o(s) equipamento(s) com maior taxa de avarias Identificar o(s) objetivos(s) e o(s) equipamento(s) para atingir as zero avarias 	5W
				Compreender as estruturas, mecanismos e funções do equipamento <ul style="list-style-type: none"> Descrição do processo de produção do equipamento identificado Preparar desenhos técnicos ilustrando a instrutura interna dos equipamentos e adquirir manuais de instrução. 	
			1.2	Condições do equipamento Preparar desenhos técnicos do equipamento, manual de instrução, etc. Cada equipa deve falar sobre as estruturas internas, mecanismos e as funções de cada componente. <ul style="list-style-type: none"> Identificar os principais constrangimentos técnicos devido ao equipamento e devido a ações humanas 	Histograma
		1.3	Componentes do equipamento Ilustrar as diversas partes do equipamento <ul style="list-style-type: none"> Identificar principais zonas críticas que afetam o desempenho do equipamento Identificar requisitos do equipamento e condições normais de produção 	Diagrama Pareto	
A	Análise do Problema	Etapa 2	2.1	Investigar as causas do problema Descrever o problema e identificar a ocorrência do mesmo <ul style="list-style-type: none"> Recolher dados com base no registo efetuado Identificar e analisar os principais locais e os respetivos componentes críticos <ul style="list-style-type: none"> Ilustrar desenhos técnicos do local a analisar Analisar em detalhe o principal local identificado Identificar principais componentes críticos e principais causas de avaria 	Brainstorming
			2.2	Analisar os processos / métodos em vigor e a eficácia dos mesmos Utilizar a ferramenta para identificar as principais causas do problema <ul style="list-style-type: none"> Identificar os 4M (Men, Machine, Methods, Materials) através da análise realizada na primeira fase Utilizar a ferramenta de análise para identificar a raiz do problema <ul style="list-style-type: none"> Criar folha avançada da ferramenta 5Why's Utilizar desenhos técnicos e identificar componentes que possam originar a avaria Identificar todas as possíveis causas de avaria do equipamento 	4M Gráfico Radar 5Why's
S	Solução do Problema	Etapa 3	3.1	Elaborar um plano de ações Elaboração de plano de ação <ul style="list-style-type: none"> Utilizar a ferramenta 5W2H (What, Who, Why, Where, When, How cost, How is going) Realizar ações corretivas e preventivas, com base no conhecimento adquirido nas etapas 1, 2 e 3. 	5W2H
			3.2	Execução da(s) ação(ões) Execução das ações corretivas e preventivas <ul style="list-style-type: none"> Disponibilizar meios necessários Ilustrar as ações efetuadas de cada melhoria (gestão visual) 	Kaizen
V	Verificação dos Resultados	Etapa 4	4.1	Verificar implementação e Analisar os resultados Com base no plano elaborado na primeira fase, verificar e analisar o comportamento do equipamento selecionado <ul style="list-style-type: none"> Verificação da implementação das ações corretivas e preventivas no prazo estipulado Analisar a evolução dos parâmetros selecionados <ul style="list-style-type: none"> Evolução do número de intervenções de manutenção corretiva no equipamento selecionado Evolução de avarias nas zonas críticas do equipamento selecionado Verificar a continuidade ou não do problema. Caso o objetivo não for alcançado, voltar para a fase de Análise (etapa 2)	Gráficos de Controlo
P	Padronização	Etapa 5	5.1	Padronização para zero avarias Estabelecer padrões e incluir pontos chaves em rotinas de inspeção e verificação <ul style="list-style-type: none"> Elaboração de OPL's (One Point Lesson) Aplicação de medidas para prevenir a ocorrência do problema e para garantir a efetividade dos resultados ao longo do tempo Rever todo o processo da solução do problema para trabalhos Futuros Elaboração de Relatório A3 Divulgar o caso de melhoria na empresa 	OPL's Relatório A3

Anexo IV

Folha de Registo de Intervenção de Manutenção (RIM)



REGISTO INTERVENÇÃO DE MANUTENÇÃO

Nº Interv.:

Turno

1º	2º	3º
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Data: _____/_____/_____

Nome(s): _____ Nº: _____

Início Intervenção: Hora: _____ Sector: _____ Manutenção Preventiva Serviços Gerais
 Fecho Intervenção: Hora: _____ Máquina: _____ Manutenção Corretiva Melhoria Continua
 Local da Máquina: _____ Manutenção Corretiva Oficina

DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO

Causa

INTERVENÇÃO POR MÁ UTILIZAÇÃO DO OPERADOR? SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	10/20 - Falta de Inspeção Elétrica / Mecânica <input type="checkbox"/>	30- Falta de Limpeza <input type="checkbox"/>
	40- Falta de Lubrificação <input type="checkbox"/>	50- Substituição por Desgaste <input type="checkbox"/>
	51 - Substituição por Quebra <input type="checkbox"/>	60- Reaperto/Afinação <input type="checkbox"/>

Nome(s): _____ Nº: _____

Início Intervenção: Hora: _____ Sector: _____ Manutenção Preventiva Serviços Gerais
 Fecho Intervenção: Hora: _____ Máquina: _____ Manutenção Corretiva Melhoria Continua
 Local da Máquina: _____ Manutenção Corretiva Oficina

DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO

Causa

INTERVENÇÃO POR MÁ UTILIZAÇÃO DO OPERADOR? SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	10/20 - Falta de Inspeção Elétrica / Mecânica <input type="checkbox"/>	30- Falta de Limpeza <input type="checkbox"/>
	40- Falta de Lubrificação <input type="checkbox"/>	50- Substituição por Desgaste <input type="checkbox"/>
	51 - Substituição por Quebra <input type="checkbox"/>	60- Reaperto/Afinação <input type="checkbox"/>

Nome(s): _____ Nº: _____

Início Intervenção: Hora: _____ Sector: _____ Manutenção Preventiva Serviços Gerais
 Fecho Intervenção: Hora: _____ Máquina: _____ Manutenção Corretiva Melhoria Continua
 Local da Máquina: _____ Manutenção Corretiva Oficina

DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO

Causa

INTERVENÇÃO POR MÁ UTILIZAÇÃO DO OPERADOR? SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	10/20 - Falta de Inspeção Elétrica / Mecânica <input type="checkbox"/>	30- Falta de Limpeza <input type="checkbox"/>
	40- Falta de Lubrificação <input type="checkbox"/>	50- Substituição por Desgaste <input type="checkbox"/>
	51 - Substituição por Quebra <input type="checkbox"/>	60- Reaperto/Afinação <input type="checkbox"/>

Nome(s): _____ Nº: _____

Início Intervenção: Hora: _____ Sector: _____ Manutenção Preventiva Serviços Gerais
 Fecho Intervenção: Hora: _____ Máquina: _____ Manutenção Corretiva Melhoria Continua
 Local da Máquina: _____ Manutenção Corretiva Oficina

DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO

Causa

INTERVENÇÃO POR MÁ UTILIZAÇÃO DO OPERADOR? SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/>	10/20 - Falta de Inspeção Elétrica / Mecânica <input type="checkbox"/>	30- Falta de Limpeza <input type="checkbox"/>
	40- Falta de Lubrificação <input type="checkbox"/>	50- Substituição por Desgaste <input type="checkbox"/>
	51 - Substituição por Quebra <input type="checkbox"/>	60- Reaperto/Afinação <input type="checkbox"/>

Anexo V

Verificação de tarefas de manutenção preventiva efetuadas ao equipamento OFFSET 7



Ordem de Trabalho

Data do pedido:

05-09-2018

No. O.T:

Equipamento:

OFF7 - RA 142 - 6+L

Responsável:**Localização:**

OFFSET

Referência manual:

Manual KBA 142

Descrição da OT:

Revisão Semanal

FECHO DA O.T.Semana: 36Duração prevista: 8hHora Início: 12:30

Hora Conclusão: _____

Data Início: 5 / 9 / 18Data Conclusão: 5 / 9 / 18

Localização máquina	Descrição do trabalho	Periodicidade	Tipo de Tarefa	Referência	Responsável	
Geral	Limpeza e lubrificação da protecção anti-corrosão em caso da utilização UV	Semanal	CL	Manual KBA 142 (B20)	Manutenção	[]
Motor Principal	Limpeza da esteira filtrante motor de accionamento principal	Semanal	C	Manual KBA 142 (B8)	Operador	[✓]
Marginador	Controlo das tensões das fitas	Semanal	I	Manual KBA 142 (B5)	Manutenção	[]
Marginador	Limpeza da instalação de descarga e ventilador	Semanal	CR	Manual KBA 142 (B6)	Operador	[✓]
Marginador	Limpeza do ventilador do armário de distribuição	Semanal	C	Manual KBA 142 (B7)	Operador	[✓]
Corpo Impressão	Limpeza das cabeças reflectoras de exploração	Diario	C	Manual KBA 142 (A2)	Operador	[✓]
Corpo Impressão	Limpeza e lubrificação do tinteiro COLORTRONIC	Diario	CL	Manual KBA 142 (A3)	Operador	[✓]
Corpo Impressão	Limpeza dos cilindros de Impressão	Diario	C	Manual KBA 142 (A4)	Operador	[✓]
Corpo Impressão	Limpador para anéis de apoio	Semanal	CL	Manual KBA 142 (B9)	Operador	[]
Corpo Impressão	Tensão da chapa (Lubrificar barras e parafusos)	Semanal	CL	Manual KBA 142 (B10)	Manutenção	[]
Corpo Impressão	Limpeza e lubrificação da alavanca da zona de tintagem	Semanal	CL	Manual KBA 142 (B11)	Manutenção	[]
Corpo Impressão	Limpeza e lubrificação do sistema de controlo de passagem de folhas na máquina (Opção)	Semanal	CI	Manual KBA 142 (B12)	Manutenção	[]
Corpo Impressão	Limpeza Aspiração do pó da unidade de impressão da entrada (Fa.Dustcontrol)	Semanal	C	Manual KBA 142 (B32)	Operador	[✓]
Verniz	Lavagem do raspador de câmara (Harris & Bruno) (Opção)	Diario	C	Manual KBA 142 (A5)	Operador	[✓]

C - Limpeza R - Reparação

T - Aperto I - Inspeção

L - Lubrificação

Verniz	Manutenção dos raspadores de câmara (Fa. Harris e Bruno) (Opção)	Diario	CIL	Manual KBA 142 (A6)	Operador	[X]
Verniz	Limpeza do corpo de envernizar rolos (Opção)	Diario	C	Manual KBA 142 (A7)	Operador	[X]
Verniz	Desmontagem e limpeza do raspador de câmara (Fa. Tresu) (Opção)	Semanal	C	Manual KBA 142 (B13)	Operador	[X]
Acessórios	Controlar nível de óleo compressor do ar de comando (Fa.Kaeser)	Semanal	IL	Manual KBA 142 (B21)	Manutenção	[]
Acessórios	Controlar nível de óleo compressor sem-fim (Fa.Kaeser)	Semanal	I	Manual KBA 142 (B22)	Manutenção	[]
Acessórios	Limpeza de filtro de ar do compressor sem-fim (Fa.Kaeser)	Semanal	CR	Manual KBA 142 (B23)	Manutenção	[]
Acessórios	Limpeza da esteira filtrante do compressor sem-fim (Fa.Kaeser)	Semanal	CR	Manual KBA 142 (B24)	Manutenção	[]
Acessórios	Limpeza das esteiras filtrantes do refrigerador da solução molhadora/ filtro de refluxo (Fa.Baldwin)	Semanal	CI	Manual KBA 142 (B25)	Operador	[X]
Acessórios	Limpeza do flutuador do refrigerador da solução molhadora/ filtro de refluxo (Fa.Baldwin)	Semanal	C	Manual KBA 142 (B26)	Manutenção	[X]
Acessórios	Limpeza e verificação do refrigerador combinado (Fa.Technotrans)	Semanal	CI	Manual KBA 142 (B27)	Operador	[]
Acessórios	Limpeza e verificação do depósito intermédio da solução molhadora (Fa.Technotrans)	Semanal	CI	Manual KBA 142 (B28)	Operador	[X]
Acessórios	Limpeza do secador de ventilador radial (Fa.Rietschle)	Semanal	C	Manual KBA 142 (B29)	Manutenção	[]
Acessórios	Limpeza do compressor do canal lateral (Fa.Rietschle)	Semanal	CR	Manual KBA 142 (B30)	Operador	[X]
Acessórios	Limpeza do Filtro das bombas de compressão de vácuo (Fa.Rietschle)	Semanal	CR	Manual KBA 142 (B31)	Manutenção	[]
Acessórios	Limpeza do Filtro de ar do compressor para o pulverizador de pó de pressão (Fa.Weko)	Semanal	CR	Manual KBA 142 (B33)	Manutenção	[X]
Geral	Limpeza do cilindro anilox	Semanal	C	Inf. Extra	Operador	[]
Geral	Verificação de segurança, acionar uma paragem de emergência á escolha, maquina deve parar, caso contrario informar Manutenção de imediato	Semanal	I	Inf. Extra	Manutenção	[]
Geral	Drenagem líquidos (lavagem bidon de residuos)	Semanal	R	Inf. Extra	Operador	[]
Geral	Substituir aguas molhas completo, e limpar tabuleiros	Semanal	R	Inf. Extra	Operador	[X]
Geral	Em todos os corpos impressão, verificar chapas por baixo tabuleiro de molhas se têm o vedante silicone ao longo das chapas OPL_MAN19_OFF7	Semanal	I	Inf. Extra	Operador	[X]
Alimentação	Verificar estado das correias da mesa de marginador quanto a danos (ex: desfiada, a partir, etc)	Semanal	I	Inf. Extra	Manutenção	[]
Saida	Limpar rolos sucção de travão de folha	Semanal	C	Inf. Extra	Operador	[]
Saida	Limpar calhas e guias non stop	Semanal	C	Inf. Extra	Operador	[]
	Lavagem do sistema de aspiração de tinta	Semanal	C	Inf. Extra	Operador	[]
Saida	Saida Non Stop	Semanal	C	Manual KBA 142 (B14)	Manutenção	[]

C - Limpeza R - Reparação
T - Aperto I - Inspeção
L - Lubrificação

Observações:

Tempo de Manutenção Reduzido devido a falta de recursos de Manutenção e atraso na produção devido avarias de ar.

Controlo dos pontos críticos dos corpos medidos.

Equipamento devidamente limpo e pronto para arrancar.

Team Leader / Chefe Sector:

OK

NOK

nl.

Operador:

nl.

Electricista / Mecânico:

Anexo VI

Verificação da evolução do Registo de Intervenção de Manutenção (RIM) e o Registo de Produção (RP) entre Janeiro 2015 e Agosto 2018 nos equipamentos e sector OFFSET..

Registo de Intervenção da Manutenção (RIM)

Registo da Produção (RP)

Tecnologia	Ano	Horas de produção (run time)	Horas de avarias (Manutenção correctiva)	Taxa de Avarias (%) Registo	Horas de Manutenção Preventiva	Taxa de Manutenção (%) Registo	Horas Manutenção correctiva - Avarias	Taxa de Avarias (%) COSMINO	Horas de Manutenção Preventiva	Taxa de Manutenção (%) COSMINO
OFFSET 7 KBA	2015	4791:48:00					203:47:05	4,3%	481:17:11	10,0%
	2016	4915:24:00					272:13:19	5,5%	293:51:55	6,0%
	2017	5452:54:00	382:31:00	7,0%	280:30:00	5,1%	202:42:55	3,7%	333:53:57	6,1%
	YTD 2018	3659:06:00	235:03:00	6,4%	267:30:00	7,3%	230:31:50	6,3%	323:43:59	8,8%
OFFSET 6 ROLAND	2015	4962:30:00					158:55:07	3,2%	351:21:06	7,1%
	2016	4578:24:00					155:23:57	3,4%	233:59:57	5,1%
	2017	4638:36:00	303:40:00	6,5%	283:25:00	6,1%	165:59:57	3,6%	256:51:03	5,5%
	YTD 2018	3738:12:00	95:28:00	2,6%	223:15:00	6,0%	116:11:57	3,1%	279:33:55	7,5%
OFFSET 8 KBA	2015	5469:06:00					167:36:06	3,1%	426:42:55	7,8%
	2016	5099:24:00					121:32:51	2,4%	314:09:58	6,2%
	2017	5600:12:00	325:47:00	5,8%	350:40:00	6,3%	133:44:54	2,4%	342:09:03	6,1%
	YTD 2018	3968:24:00	109:53:00	2,8%	183:40:00	4,6%	112:00:00	2,8%	210:28:56	5,3%
OFFSET 9 KBA	2015	5632:36:00					218:28:50	3,9%	491:05:24	8,7%
	2016	5372:30:00					154:40:44	2,9%	239:44:02	4,5%
	2017	5488:12:00	189:58:00	3,5%	324:45:00	5,9%	92:34:07	1,7%	349:50:02	6,4%
	YTD 2018	3660:30:00	66:55:00	1,8%	197:25:00	5,4%	67:36:52	1,8%	243:30:03	6,7%

% AVARIAS SECTOR OFFSET

2015	2016	2017	2018 YTD
3,6%	3,5%	Registo da Produção (RP)	
		2,8%	3,5%
		Registo de Intervenção da Manutenção (RIM)	
		5,7%	3,4%

Diferença : **2,87%** **0,13%**

Objetivo: 0%

% MANUTENÇÃO SECTOR OFFSET

2015	2016	2017	2018 YTD
8,4%	5,4%	Registo da Produção (RP)	
		6,1%	7,0%
		Registo de Intervenção da Manutenção (RIM)	
		5,9%	5,8%

Diferença : **0,20%** **1,23%**

Objetivo: 0%

Anexo VII

Verificação das manutenções preventivas efetuadas no ano 2017 e 2018 nos equipamentos OFFSET.

Anexo VIII

Elaboração de OPL da primeira solução identificada na 3º fase do modelo IASVP

Posicionamento da cassete UV

Responsável

STE Responsável

Preparado por / Prepared by

Fábrica

Seda Iberica

Linha

Manutenção

Sebastião Carvalho

Pedro Barbosa

Sebastião Carvalho
Miguel Saantos

Classificação / Classification

Conhecimento Básico
Basic Knowledge

Melhorias
Improvements

Resolução de problemas
Problem Solving

Garantir que os parafusos de fixação da cassete ficam apertados antes de dar início ao arranque da produção



Ferramenta auxiliar para apertar parafusos



Difusão/Actual Results	Data / Date									
	Resp. Treino /Teacher									
	Participantes / students									

Anexo IX

Elaboração de OPL da segunda solução identificada na 3º fase do modelo IASVP

