



MELHORIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NUMA EMPRESA DE CARTÃO CANELADO

JOÃO MIGUEL CARVALHO AZEVEDO

dezembro de 2020

MELHORIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NUMA EMPRESA DE CARTÃO CANELADO

João Miguel Carvalho Azevedo
1130748

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

MELHORIA DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NUMA EMPRESA DE CARTÃO CANELADO

João Miguel Carvalho Azevedo
1130748

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação da Doutora Rafaela Carla Barros Casais, docente do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutora Rafaela Carla Barros Casais
Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Co-orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva
Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor Eusébio Manuel Pinto Nunes
Professor Auxiliar, Universidade do Minho

AGRADECIMENTOS

Segue os meus agradecimentos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação.

À empresa Saica Pack Ovar pela oportunidade e a todos os seus colaboradores pela disponibilidade prestada, em especial ao departamento de produção e manutenção, ao meu orientador Eng^o José Oliveira que me acompanhou no início do projeto e ao seu substituto Eng^o Ricardo Pereira por toda a colaboração e conhecimento partilhado.

À Doutora Rafaela Casais pelo apoio prestado ao longo deste projeto.

A todos os meus amigos e colegas que me foram acompanhando ao longo deste percurso académico e que me ajudaram a chegar até aqui.

Por fim um agradecimento muito especial à minha família por me permitir terminar esta etapa, apoiando-me sempre incondicionalmente. À minha namorada por todo o apoio e paciência.

PALAVRAS CHAVE

Manutenção preventiva, tratamento de dados, ferramentas *lean*

RESUMO

A presente dissertação surge na sequência de um projeto que visa a criação e desenvolvimento de planos de manutenção preventiva, em paralelo com outros que foram surgindo ao longo do estágio, na empresa Saica Pack Ovar, em Ovar. O projeto decorreu no departamento de produção e manutenção e teve como principal objetivo desenvolver um sistema de manutenção preventiva organizado e informatizado, monitorização de todos os indicadores de desempenho e melhoria na gestão visual.

Inicialmente, foi necessário entender todo o processo produtivo, de forma a conhecer as práticas da empresa. Em seguida, foi necessário recolher toda a informação, para posteriormente criar e desenvolver novos planos de manutenção preventiva. Estes planos estavam associados à criação de uma ferramenta informática onde seria possível fazer um rastreamento do trabalho realizado em determinada intervenção.

Em paralelo com este projeto também foram desenvolvidas ferramentas de auxílio ao tratamento de dados e, numa fase final, foram aplicadas algumas ferramentas *lean*, como 5S e gestão visual, num setor mais debilitado da empresa.

Os resultados obtidos ao longo deste projeto foram bastante satisfatórios, permitindo redução do número de avarias em aproximadamente 40%, ganhos de tempo, aumento da quantidade média por encomenda em 10% e redução do tempo médio por encomenda em 25%.

KEYWORDS

Preventive maintenance, data processing, lean tools

ABSTRACT

This dissertation follows a project aimed at the creation and development of preventive maintenance plans, in parallel with others that were emerging throughout the internship, at the company Saica Pack Ovar, in Ovar. The project took place in the production and maintenance department and its main goals were the development of an organized and computerized preventive maintenance system, the monitoring of all performance indicators and the improvement in visual management.

Initially, it was necessary to understand the entire production process, in order to know the company's practices. Then, all the information was collected to later create and develop the new preventive maintenance plans. These plans were associated to the creation of a computer tool where it would be possible to track the work carried out in a given intervention.

Together with this project, it was also developed tools to help the data processing and, in a final phase, some lean tools were applied, such as 5S and visual management, in a more weakened sector of the company.

The results obtained throughout this dissertation were quite satisfactory, allowing a reduction in the number of malfunctions in approximately 40%, time savings, an increase in the average amount per order in 10% and a reduction of the average time per order in 25%.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failure</i>
MTTR	<i>Mean Time To Failure</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Automatização	Execução de tarefas sem intervenção humana;
Defeitos	Características de qualidade que não estão conforme os requisitos;
Disponibilidade	Percentagem de tempo programado que o tem disponível para operar;
Eficácia	Qualidade de cumprimento com os objetivos propostos;
Eficiência	Capacidade de realizar ações de modo eficaz e com o mínimo de desperdício;
<i>Kaizen</i>	Conceito que representa melhoria contínua;
<i>Layout</i>	Modo de distribuição dos elementos em determinado espaço;
<i>Lead Time</i>	O período de tempo desde o início de uma atividade até ao término da mesma;
Padronização	Reduzir as diferenças na realização de ações semelhantes;
Performance	Desempenho com que cumpre os planos traçados;
Qualidade	Capacidade de o equipamento produzir peças conforme os parâmetros de conformidade propostos;
<i>Software</i>	Conjunto de programas que comandam um equipamento;
<i>Stock</i>	Quantidade de material armazenado para determinado fim;

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO. CRÉDITOS: RODRIGUES (2014)	8
FIGURA 2 - OS OITO TIPOS DE DESPERDÍCIO.	10
FIGURA 3 - OS SETE PRINCÍPIOS DE <i>LEAN THINKING</i> .	11
FIGURA 4 - OS BENEFÍCIOS DO <i>LEAN</i> .	13
FIGURA 5 - OS 5S.	15
FIGURA 6 - OS OITO PILARES TPM.	20
FIGURA 7 - ORGANOGRAMA DA EMPRESA	30
FIGURA 8 - EXEMPLO DE UMA FOLHA DE TAREFAS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA	31
FIGURA 9 - EXEMPLO DE UMA FOLHA MTBF E MTTR UTILIZADA NA EMPRESA	32
FIGURA 10 - INFORMAÇÃO APRESENTADA PELO GPT	33
FIGURA 11 - TABELA FINAL	35
FIGURA 12 - CALENDÁRIO DE PARAGENS SEMANAIS	36
FIGURA 13 - PLANO DE MANUTENÇÃO	37
FIGURA 14 - TABELA DE RASTREABILIDADE	38
FIGURA 15 - <i>TEMPLATE</i> DO RELATÓRIO DE FINAL DE TURNO	39
FIGURA 16 - PASSOS PARA A ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO	40
FIGURA 17 - EXEMPLO DE RELATÓRIO DE FINAL DE TURNO COMPLETO	41
FIGURA 18 - GRÁFICO MTBF E MTTR DA MÁQUINA VG II	42
FIGURA 19 - EXEMPLO DOS VÁRIOS INDICADORES ANALISADOS	43
FIGURA 20 - EXCERTO DA ESTATÍSTICA MENSAL	44
FIGURA 21 - DIAGRAMA DE PARETO DAS PARAGENS SEMANAIS	45
FIGURA 22 - NOVO <i>LAYUOT</i> DA CONTRACOLADORA FOLHA A FOLHA	46
FIGURA 23 - A) ANTES DA MELHORIA; B) DEPOIS DA MELHORIA	47
FIGURA 24 - CALENDÁRIO ANUAL DE PARAGENS SEMANAIS	65

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - DEFINIÇÃO INDIVIDUAL DOS TERMOS DA SIGLA TPM.	19
TABELA 2 - PRINCIPAIS MACROS HISTÓRICOS DA EMPRESA SAICA PACK OVAR	28
TABELA 3 - FILOSOFIA DO GRUPO SAICA	29
TABELA 4 - CERTIFICAÇÕES DA EMPRESA SAICA PACK OVAR	29
TABELA 5 - SÍNTESE DOS PROBLEMAS IDENTIFICADOS	34
TABELA 6 - RESULTADOS MTBF DE JANEIRO A MAIO	48
TABELA 7 - NÚMERO DE AVARIAS DE JANEIRO A MAIO	49
TABELA 8 - DADOS PARA CÁLCULO DE GANHOS MENSAIS	49
TABELA 9 - INDICADORES CONTRACOLADORA FOLHA A FOLHA	50
TABELA 10 - DADOS RELATIVOS À PRODUÇÃO DA CONTRACOLADORA FOLHA A FOLHA	51
TABELA 11 - ANÁLISE DOS OBJETIVOS PROPOSTOS	56

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	3
1.1	Enquadramento do trabalho	3
1.2	Objetivos do projeto.....	3
1.3	Metodologia.....	4
1.4	Estrutura da dissertação.....	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	A evolução dos sistemas de produção	7
2.2	<i>Lean manufacturing</i>	8
2.3	Ferramentas <i>Lean</i>	13
2.3.1	<i>Kaizen</i>	13
2.3.2	5S	14
2.3.3	Gestão visual.....	16
2.4	Manutenção.....	16
2.4.1	Manutenção Produtiva Total (TPM).....	18
2.4.2	Pilares TPM.....	19
2.4.2.1	Manutenção autónoma.....	20
2.4.2.2	Manutenção planeada	20
2.4.2.3	Melhorias específicas	21
2.4.2.4	Educação e Formação	21
2.4.2.5	Gestão da Qualidade do Processo	21
2.4.2.6	Gestão de novos equipamentos	21
2.4.2.7	Segurança e higiene	21
2.4.2.8	Áreas administrativas.....	22
2.5	Indicadores de desempenho da manutenção	22
2.5.1	MTBF (<i>Mean Time Between Failure</i>).....	22
2.5.2	MTTR (<i>Mean Time To Repair</i>)	23
2.5.3	OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>).....	23
3	DESENVOLVIMENTO.....	27

3.1	Apresentação da empresa	27
3.1.1	Grupo Saica.....	27
3.1.2	Saica Pack Ovar	27
3.1.3	Historial	28
3.1.4	Filosofia e valores da empresa.....	28
3.1.5	Certificações	29
3.1.6	Estrutura da organização.....	30
3.1.7	Produtos fabricados e principais áreas de negócio	30
3.2	Análise da situação inicial	31
3.2.1	Incumprimento dos planos de manutenção preventivas	31
3.2.2	Relatório de final de turno.....	32
3.2.3	Análise e tratamento de dados.....	32
3.2.4	Ausência de controlo de paragens	33
3.2.5	Melhoria na gestão visual da organização.....	34
3.3	Tempestade de ideias	34
3.4	Desenvolvimento das propostas	35
3.4.1	Criação e desenvolvimento de planos de manutenção preventivas	35
3.4.2	Relatórios de final de turno	39
3.4.3	Análise e tratamento de dados.....	42
3.4.4	Análise de paragens	45
3.4.5	Gestão visual contracoladora folha a folha	46
3.5	Análise de Resultados	48
3.5.1	Impacto da criação de planos de manutenção preventiva	48
3.5.2	Relatório de Final de Turno	49
3.5.3	Melhoria na gestão visual.....	50
3.5.4	Tratamento de dados e análise de paragens	51
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	55
4.1	CONCLUSÕES	55
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS	56
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	59
6	ANEXOS	65
6.1	ANEXO A – Calendário anual de paragens semanais	65
6.2	ANEXO B – Melhoria na gestão visual	66

INTRODUÇÃO

- 1.1 Enquadramento do trabalho
 - 1.2 Objetivos do projeto
 - 1.3 Metodologia
- 1.4 Estrutura da dissertação

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento do trabalho

No contexto atual da economia mundial, uma empresa só é rentável se for competitiva e inovadora. Contudo, vivemos uma época de profunda evolução tecnológica e elevada exigência do mercado e, assim sendo, todas as empresas lutam pelo mesmo objetivo: adaptar-se ao mercado de modo a satisfazer as necessidades do cliente, tentando sempre acompanhar a evolução tecnológica.

Para favorecer a competitividade de uma empresa, é necessária uma gestão integrada dentro da mesma, bem organizada, com trabalho de equipa nos setores, de modo a que todos convirjam para o mesmo objetivo. Desta forma, é premente implementar ações de melhoria constantes. Assim, para tornar as empresas mais rentáveis, diminuindo o desperdício associado ao processo e muitas das vezes a paragens de máquinas inesperadas, surge a necessidade de eliminar estas causas.

Desta forma, para acompanhar esta evolução tecnológica, o departamento de manutenção necessita de um plano de gestão de manutenção preventiva organizado e em constante atualização.

1.2 Objetivos do projeto

O presente projeto tem como principal objetivo a melhoria e reestruturação do plano de manutenção preventiva na empresa Saica Pack Ovar. Pretende-se elaborar um novo plano de manutenção preventiva, através da consulta de documentação do fabricante, documentação já existente, histórico e registo de atividades, sugestões de operadores de máquina e técnicos de manutenção. Deste modo, haverá uma melhoria do serviço prestado, redução do número de avarias e, por sua vez, tempos de paragem, o que se traduz numa maior competitividade no mercado e maior satisfação para o cliente.

A realização deste projeto tem como suporte os seguintes objetivos:

- Desenvolver um sistema de manutenção preventiva organizado e informatizado;
- Monitorizar todos os indicadores de desempenho;
- Melhoria na gestão visual.

1.3 Metodologia

O projeto foi planeado e executado passando pelas seguintes fases:

- Um período de duas semanas para conhecimento e formação em todos os setores da empresa, para aprendizagem dos conceitos básicos de todo o processo;
- Recolha e análise de informação para iniciar as propostas a desenvolver;
- Elaboração das propostas;
- Apresentação e aplicação das propostas desenvolvidas;

Apesar de as fases estarem apresentadas por ordem cronológica, esta ordem foi bastante flexível, isto é, durante a fase de apresentação e aplicação das propostas foram igualmente desenvolvidas novas ideias que inicialmente não tenham sido tidas em conta por não parecerem tão promissoras, mas que mais tarde foram aproveitadas e postas em prática.

1.4 Estrutura da dissertação

O presente trabalho está organizado em quatro capítulos. O primeiro capítulo diz respeito à introdução do projeto, onde é feito o enquadramento do trabalho e a definição de objetivos, metodologia e estrutura da dissertação.

O segundo capítulo, “Revisão bibliográfica”, divide-se em cinco tópicos: No primeiro, explica-se brevemente a evolução dos sistemas de produção. No segundo tópico aborda-se Lean manufacturing, enquanto que no terceiro se elabora sobre ferramentas Lean. Já que o quarto tópico é devotado a Manutenção e, por último, no quinto tópico discute-se indicadores de desempenho.

O terceiro capítulo, intitulado “Desenvolvimento”, é composto pela apresentação da empresa, análise da situação inicial da mesma, tempestade de ideias, onde são analisadas as propostas a desenvolver. Em seguida desenvolvimento das propostas e análise de resultados.

Por fim, no quarto capítulo apresenta-se as conclusões e propostas de trabalho futuras.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- 2.1 A evolução dos sistemas de produção
 - 2.2 Lean manufacturing
 - 2.3 Ferramentas Lean
 - 2.4 Manutenção
- 2.5 Indicadores de desempenho da manutenção

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A evolução dos sistemas de produção

Ao longo dos anos, os sistemas de produção têm sofrido grandes alterações em função da constante mudança das necessidades do mercado, numa sociedade cada vez mais consumista. Desta evolução dos sistemas de produção, destacam-se o sistema de produção artesanal, sistema de produção em massa e o Lean Manufacturing (Rodrigues, 2014).

Na produção artesanal, o operador, que é chamado de artesão, é altamente especializado nas tarefas envolvidas na conceção de um produto através de ferramentas e máquinas rudimentares. Devido à ausência de padronização das tarefas do processo, dificilmente se produziam produtos similares, o que se traduzia na produção de peças únicas. Todas estas características aliadas à longa duração dos processos de fabrico, tornavam os custos de produção bastante elevados, o que dificultava o acesso à maioria da população (Araujo, 2009).

Para fazer face às limitações da produção artesanal, a revolução industrial veio introduzir o sistema de produção em massa, caracterizado pela produção de lotes de grandes dimensões numa muito limitada variedade de produtos, ao preço mais baixo possível (Vilkas et al., 2015). Na produção em massa, os profissionais altamente especializados são responsáveis pelo desenvolvimento e projeção dos produtos, enquanto que os trabalhadores com baixa qualificação realizam tarefas muito repetitivas em máquinas muito especializadas e automatizadas. A baixa flexibilidade dos processos tornava as mudanças de produto bastante dispendiosas, o que resultava na produção de lotes de grandes dimensões. Com este sistema de produção foi possível baixar o preço do produto em detrimento da variedade e qualidade.

O mais recente sistema de produção, Lean Manufacturing, faz uso das vantagens da produção artesanal e da produção em massa, eliminando os elevados custos produtivos e a inflexibilidade dos processos. O Lean Manufacturing é caracterizado pela constante procura de desperdícios por equipas de trabalhadores multi-qualificados em todos os níveis da organização. Os processos produtivos são altamente flexíveis, permitindo uma grande variedade de produtos (Wilson, 2010).

Na Figura 1 é apresentado um resumo da evolução dos sistemas de produção.

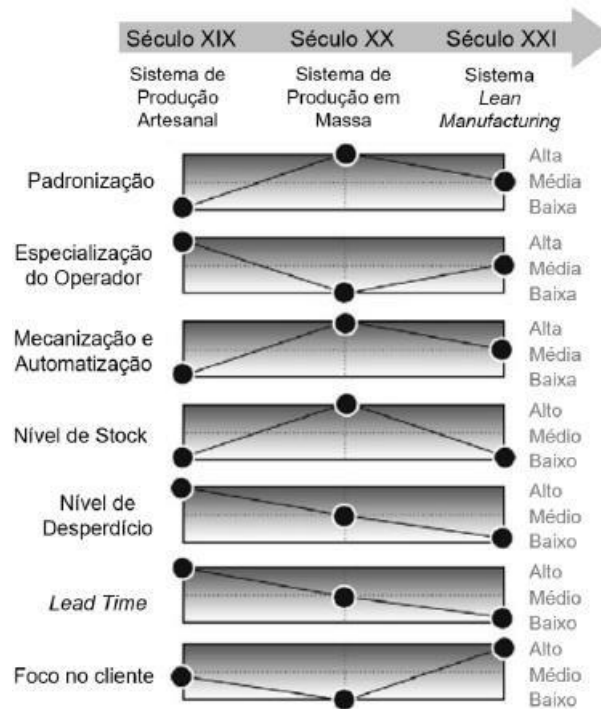


Figura 1 - Evolução dos sistemas de produção.
Créditos: Rodrigues (2014)

A Figura 1 apresenta a evolução dos sistemas de produção diante os seguintes indicadores: Padronização, especialização do operador, mecanização e automatização, nível de *stock*, nível de desperdício, *lead time* e foco no cliente.

2.2 *Lean manufacturing*

Na década de 50 quando Eiji Toyoda viajou para os Estados Unidos da América, com o objetivo de aprender a partir da observação das linhas de montagem da Ford Motor Company e General Motors Company. Apesar do sucesso das duas empresas Eiji Toyoda apercebeu-se de muitas falhas ao longo do processo produtivo, nomeadamente, fluxo de trabalho desequilibrado, elevados stocks, elevado tempo de espera, desorganização do local de trabalho, ou problemas de qualidade. Assim que regressou ao Japão, atribuiu a Taiichi Ohno a tarefa de projetar uma abordagem que permitisse aumentar a produção da Toyota, dando assim origem ao Toyota Production System (TPS) (Paladugu and Grau, 2019).

A sua introdução veio transformar uma indústria pouco flexível, com altos custos de investimento e necessidades de pessoal especializado, em resposta à competição global e à procura crescente de produtos muito diversificados (Liker, 2004). O seu modelo consistia em produzir sob fluxo contínuo, sem depender de tempos de produção elevados e fornecer uma alta variedade de produtos a baixo preço (Vilkas et al., 2015).

Associado ao TPS está o Lean Manufacturing (Melton, 2005). Esta prática de produção tem como objetivo minimizar o desperdício ao longo da cadeia de valor e criar mais valor para os clientes (Mourtzis et al., 2016). Os principais objetivos são a eliminação de desperdício (ou seja, qualquer utilização de recursos que não acrescente valor para o cliente é objeto de mudança ou eliminação), a redução de custos e o aumento das responsabilidades dos operários (Mourtzis et al., 2016).

Com os mercados competitivos e globalizados de hoje, as empresas precisam de se focar na eliminação de desperdício ao longo dos processos e implementar iniciativas de melhoria contínua, pois quando o desperdício num processo é reduzido, o custo irá baixar e o processo torna-se mais eficiente (Aqlan and Al-Fandi, 2018).

De acordo com Ohno no seu livro “O Sistema Toyota de Produção Além Da Produção” (Ohno, 1997), estes desperdícios estão divididos em sete muda (“desperdício” em japonês). No entanto, em 2004, Liker (Liker, 2004) identificou mais um tipo de desperdício fazendo um total de oito tipos de desperdício. Os oito tipos de desperdício estão representados na Figura 2. Este são (Soltan and Mostafa, 2015):

1. Sobreprodução: Produzir em excesso ou demasiado cedo, resultando em fluxo de bens ou informações insuficientes e excesso de inventário;
2. Defeitos: Produções defeituosas originam retrabalho ou sucata, tendo implicações no desempenho de distribuição;
3. Inventário: Excesso de inventário resulta em custos excessivos associados bem como fraco serviço a clientes;
4. Processo inadequado: Processos inadequados ao produto/serviço, implicam menores eficiências dos mesmos, sendo muitas das vezes a abordagem mais simples a mais eficiente;
5. Transporte: Transporte excessivo de pessoas, informação ou matéria-prima originam elevados períodos de tempo perdido e custos associados;
6. Espera: Esperas excessivas resultam em inatividade que por sua vez irá implicar longos períodos de *lead time*;
7. Movimentação: Movimentações desnecessárias afetam a ergonomia e o desempenho geral do sistema (por exemplo, flexão e alongamento excessivo);
8. Subutilização de pessoas: A subutilização do conhecimento e criatividade dos funcionários na melhoria de processos gera desperdício de conhecimento, experiência ou habilidades disponíveis na equipa de trabalho.



Figura 2 - Os oito tipos de desperdício.
Créditos: Liker (2004) - Adaptado pelo autor

O conceito *Lean* é composto por um conjunto de princípios que se baseiam em eliminar todas as formas de desperdício dentro de uma organização (Mostafa *et al.*, 2013) Womack e Jones (1996) identificaram como sendo cinco os princípios da filosofia *Lean*, e em sequência correta para uma melhor implementação da mesma nas organizações. Os princípios são os seguintes (James P. Womack *and* Jones, 1996):

1. Criar valor;
2. Definir a cadeia de valor;
3. Otimizar o fluxo;
4. Sistema pull;
5. Procura pela perfeição.

No entanto, (Pinto, 2009), defende que os cinco princípios apresentados anteriormente apresentam algumas lacunas, uma delas é apenas considerar a cadeia de valor do cliente, esquecendo-se da cadeia de valor das partes interessadas da organização (stakeholder), (Ora, numa organização não há apenas uma cadeia de valor, mas sim uma para cada stakeholder), assim o desafio passa pela criação de valores e não a criação de valor. Outra limitação identificada por Pinto (2009) “é que estes tendem a levar as organizações a entrar em ciclos infundáveis de redução de desperdícios, ignorando a atividade essencial de criar valor através da inovação de produtos, serviços e processos.”

Para que as organizações se desviem desta procura contínua pela redução de desperdício, que na maior parte das vezes, resulta em despedimentos, esquecendo-se assim da missão principal e do seu propósito de criar valor para os stakeholders, a Comunidade Lean Thinking (CLT), propôs a revisão dos princípios Lean sugerindo a adoção de mais dois princípios. Na figura 3 estão ilustrados os sete princípios adotados pela CLT (Pinto, 2009).

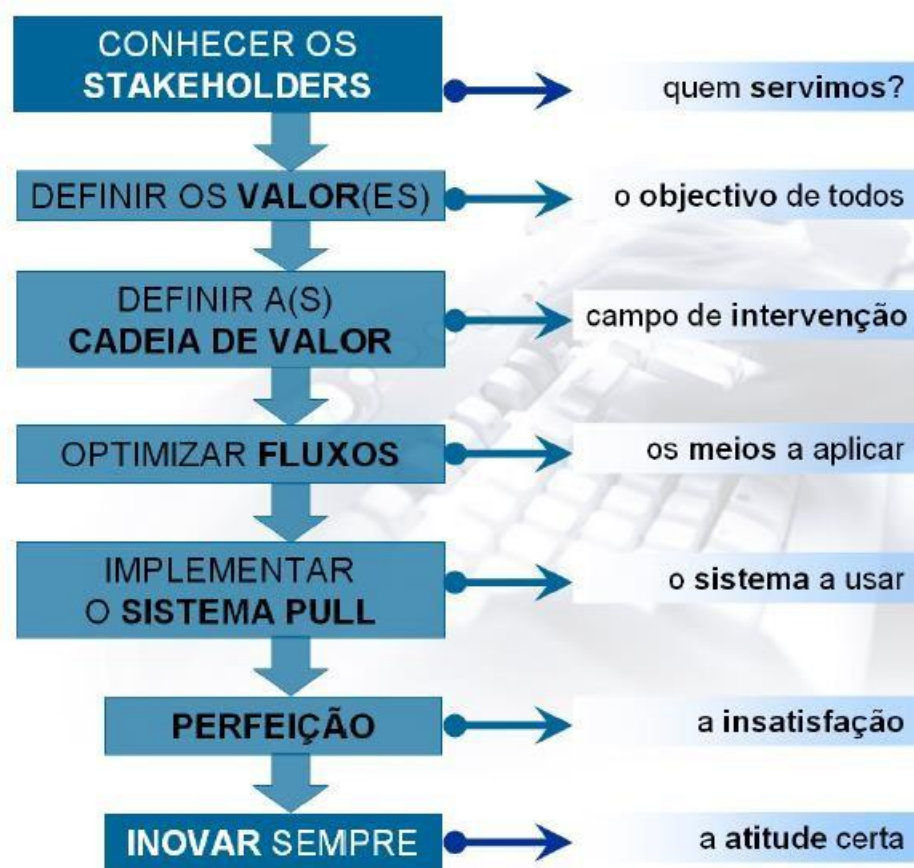


Figura 3 - Os sete princípios de *Lean Thinking*.
Créditos: Pinto (2009)

Mais concretamente, estes sete princípios assentam em (Pinto, 2009):

1. **Conhecer quem servimos** – Uma organização necessita de conhecer pormenorizadamente todos os *stakeholders* envolvidos no negócio. Ao se concentrar apenas no cliente, negligencia os interesses e necessidades das outras partes interessadas da organização, trazendo baixos níveis de estimulação para as mesmas e conseqüentemente rotura das ligações no seio organizacional levando ao insucesso.
2. **Definir os valores** – Uma organização que se limite apenas a satisfazer o seu cliente pode ser levada à saída do mercado por não ter satisfeito todas as partes interessadas, graças à obsessão pela obtenção de lucros rápidos e fáceis conseguidos através dos seus colaboradores ou do ambiente (e recursos naturais). É, então, extremamente importante identificar o que significa ou confere valor, para todos os *stakeholders*, num determinado produto (bem material, serviço ou junção dos dois). Assim são definidos os vários valores e objetivos de todas as partes interessadas.
3. **Definir as cadeias de valor** – Dado que a organização tem de satisfazer em simultâneo todas as partes interessadas, entregando-lhes valor, é premente definir para cada *stakeholder* a respetiva cadeia de valor. É obrigação da organização, sempre que possível, procurar manter o equilíbrio entre elas.
4. **Otimizar o fluxo** – Procurar otimizar os vários fluxos, de materiais, de pessoas, de informação e de capital, tendo sempre em vista a criação de valor para todos os *stakeholders*.
5. **Implementar o sistema Pull** – Implementar o sistema *Pull* nas cadeias de valor é o ponto de partida para a produção “*just in time*” (isto é, produzir e entregar os itens certos, no tempo certo e no volume certo), procurando que o cliente e os restantes *stakeholders* liderem o processo e competindo a estes desencadear os pedidos. É desta forma que evitam que a organização empurre (Sistema *Push*) os seus produtos/ serviços para o mercado.
6. **Procura pela perfeição** – Representa um esforço constante para desenraizar atividades que não acrescentam valor, melhorar o fluxo e atender às necessidades do cliente (Mourtzis *et al.*, 2016). A orientação dentro de todos os níveis da organização deve de estar focada para a melhoria contínua, ouvindo constantemente a vontade do cliente, permitindo às organizações melhorar continuamente.
7. **Inovar constantemente** – Inovar para criar novos produtos, novos serviços, novos processos, ou seja, criar valor.

Existem alguns benefícios diretamente ligados à implementação desta metodologia que podem ser observados na figura 4. Segundo (Melton, 2005), estes estão bem documentados nas indústrias, dos quais se destacam:

- Redução de *lead time* para o cliente;
- Redução de *stock* para o fabricante;
- Aumento do conhecimento de gestão;
- Processos mais robustos.



Figura 4 - Os benefícios do *Lean*.
Créditos: Melton (2005)

2.3 Ferramentas *Lean*

Neste capítulo, tem-se como objetivo fazer uma breve descrição das técnicas da filosofia *Lean* que fazem parte deste projeto.

2.3.1 *Kaizen*

O *Kaizen* surge da fusão de dois termos japoneses: *Kai* significa “mudança” e *Zen* que significa “bem” ou “melhor”. Numa só expressão *Kaizen* significa melhoria contínua, da produtividade e qualidade de produção, através da inovação dos processos e fluxo de trabalho. Para o conseguir baseia-se na partilha de conhecimento entre colaboradores,

bem como de talentos, habilidades, ideias e sugestões que possam trazer valor para a organização (Nakamori *et al.*, 2019).

Na prática, o *Kaizen* deve ser focalizado principalmente no *gemba* (chão de fábrica), pois é o local onde se encontra o processo produtivo e é gerado valor (Titu *et al.*, 2010).

2.3.2 5S

A ferramenta 5S é baseada na organização, ordenar, limpeza, uniformização e disciplina no local de trabalho de modo a obter produtos e serviços com mais qualidade e mais segurança para todos os colaboradores, eliminando falhas de produção e atividades que não acrescentam valor. Para a sua implementação (Garg *et al.*, 2019) definiu como objetivos:

- Eliminar os desperdícios;
- Aumentar a qualidade do produto/serviço;
- Diminuir movimentos desnecessários;
- Diminuir o custo de produção;
- Aumentar a segurança e proteção;
- Melhor o ambiente de trabalho.

5S, é um acrónimo de palavras japonesas, representado na figura 5, que formam as cinco fases de implementação desta metodologia (Filip *and* Marascu-Klein, 2015).



Figura 5 - Os 5S.

Créditos: Garg et al. (2019) - Adaptado pelo autor

Em que os termos têm o seguinte significado (Costa et al., 2018):

Organizar (*Seiri*) – Remover o desnecessário e desobstruir o local de trabalho.

Ordenar (*Seiton*) – Preparar todas as coisas ou ferramentas necessárias de forma organizada e ordenada para que possam ser retiradas e devolvidas no local seu local original após utilização e diminuindo assim o tempo de preparação do local de trabalho.

Limpar (*Seiso*) – Limpeza regular da área de trabalho e máquinas, indicando irregularidades, tornando assim o local de trabalho mais harmonioso e seguro.

Uniformizar (*Seiketsu*) – Documentar e estandardizar o método, utilizando procedimentos *standard*. Estes procedimentos devem ser claros, concisos e de fácil compreensão.

Disciplina (*Shitsuke*) – Manter continuamente os procedimentos estabelecidos, auditar os métodos de trabalho, fazendo do 5S uma rotina.

2.3.3 Gestão visual

A gestão visual ou *Visual Management*, é um sistema de melhoria organizacional, que consiste na utilização de meios visuais para melhorar o fluxo de informação e controlo de processos. Esta ferramenta pode ser aplicada em qualquer tipo de organização e é independente de outras ferramentas *Lean*, com tudo (Kurpjuweit *et al.*, 2019) aconselha que antes de as organizações implementarem gestão visual devem implementar outras técnicas *Lean* avançadas, de modo a reduzir a complexidade processual e obter ganhos na experiência e *Know-how* (saber como). No entanto, segundo (Liff *and* Posey, 2004), as organizações que implementaram técnicas de gestão visual obtiveram melhorias de desempenho, como:

- Aumento de 30% da satisfação do cliente;
- Redução de 33% de retrabalho;
- Aumento de 35% de produtividade;
- Aumento de 20% de eficácia.

2.4 Manutenção

Manutenção trata-se de um conjunto de técnicas e ferramentas que asseguram a qualidade e a confiabilidade de máquinas, equipamentos e instalações de uma indústria, de modo que não ocorram paragens/interrupções no sistema, e que continue sendo executado de maneira igual à pretendida quando foi projetado (Farnsworth *et al.*, 2015). Segundo (Kardec *and* Nascif, 2001), a partir da década de 30, a manutenção tem passado por diversas transformações, podendo ser dividida em três gerações:

1. **Primeira geração** – Esta geração tem lugar no período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria, sobredimensionados. Aliado a tudo isto, o pensamento na época era de consertar o que tinha “falhado” ou “quebrado”, portanto os equipamentos só eram alvo de intervenção após a falha.
2. **Segunda geração** – Esta geração vai desde a Segunda Guerra Mundial até meados dos anos 60. Após o final da guerra, houve uma diminuição de mão de obra e, por sua vez, um aumento da procura por todo o tipo de produtos no mercado. Em consequência, as indústrias começaram a mecanizar os seus processos e a tornar as linhas de produção cada vez mais complexas, para assim ser capaz de produzir diversos tipos de produtos e atingir maior produtividade. Assim a preocupação era evitar a falha durante o funcionamento dos equipamentos, criando ações de manutenção preventivas de maneira a antecipar a falha.
3. **Terceira geração** – Esta geração teve início na década de 70, quando as indústrias começaram a preocupar-se com a qualidade do produto, a reduzir os custos do

processo e a otimizar cada vez mais a produção para se sustentar no mercado e vencer os concorrentes. Nesta geração reforçou-se o conceito da manutenção preditiva.

Contudo (Gomes *et al.*, 2019) assume que existem mais duas gerações:

4. **Quarta geração** – Esta continua as expectativas de desenvolvimento da última. A procura pela disponibilidade e confiabilidade era o foco da manutenção de uma organização. Portanto nesta geração continuava o aperfeiçoamento das técnicas de manutenção preditiva.
5. **Quinta geração** – Esta geração teve início em 2006, focando-se na gestão de ativos, com o objetivo de prolongar o ciclo de vida dos mesmos. Sendo esta a geração atual, tem como base a melhoria contínua para eliminar a ocorrência de falhas.

Para ser possível chegar ao conceito de manutenção atual, que visa zero falhas, zero avarias, zero defeitos e zero perdas durante o processo, foi necessário passar por cinco etapas tal como Ferreira *and* Leite (2016) descreve da seguinte forma:

1. **Primitivo**: A manutenção só é realizada quando o equipamento falha;
2. **Tradicional**: Conservar o máximo possível o equipamento no estado em que foi adquirido;
3. **Evoluído**: A correlação entre manutenção e produção, para gerar melhorias na capacidade produtiva;
4. **TPM Fase 1**: A manutenção na contribuição do acréscimo da produtividade;
5. **TPM Fase 2**: Manter o ritmo das melhorias aplicadas e das mudanças realizadas nos processos.

Em que TPM corresponde a Total Productive Maintenance, conceito que será abordado mais à frente na secção 2.4.1. .

Portanto, segundo (J. I. Santos *et al.*, 2019) as técnicas de manutenção podem ser divididas em 3 principais tipos:

- **Manutenção Corretiva** – É o tipo de manutenção mais utilizado na indústria, que tem como principal característica reparar o equipamento após a ocorrência de uma falha para que este volte a desempenhar o seu trabalho. Outro traço deste tipo de manutenção é a falta de planeamento e os custos elevados inerentes, associados à perda de produção.
- **Manutenção preventiva** – Este tipo de manutenção tem como base um planeamento, com datas previstas para execução dos trabalhos (consoante a criticidade do ativo ou recomendações do fabricante), sendo que o principal objetivo é manter o equipamento em funcionamento (evitando uma paragem não programada). Além disso, esta manutenção pretende também reduzir o número de avarias em produção, aumentar a taxa de utilização do equipamento e diminuir as intervenções corretivas. Este tipo de manutenção distingue-se por

equilibrar a utilização dos recursos humanos da equipa de manutenção, eliminar tempos de espera na compra de peças e permitir confiabilidade nos prazos de produção, satisfação do cliente e gestão ambiental.

- **Manutenção preditiva** – A manutenção preditiva aponta os desgastes sofridos pelo equipamento, através de dados obtidos no decorrer do seu funcionamento e dependendo de uma ou mais variáveis (ex. temperatura, vibração, etc.), de modo a identificar a vida útil de cada componente de uma máquina e usufruir ao máximo do seu tempo de uso.

2.4.1 Manutenção Produtiva Total (TPM)

Na década de 1970 foi fundada a manutenção produtiva total (TPM) no *Japan Institute of Plant Maintenance* (Japão), que envolve todos os elementos da organização desde gestão de topo até ao chão de fábrica, visando a redução das seis principais perdas, de acordo com (Pačaiová and Ižaríková, 2019):

- Paragens (não planeadas e planeadas);
- Pequenas paragens e ciclos lentos;
- Arranque de máquina e produções rejeitadas;
- Perdas de disponibilidade;
- Perdas no desempenho;
- Perdas de qualidade.

Isto é um método de auxílio na gestão da manutenção, que surgiu como uma derivação da filosofia Lean. O TPM tem várias formas de aplicação, sendo que todas trabalham para o mesmo objetivo: melhoria no desempenho, qualidade e disponibilidade de um determinado equipamento (Andrade and Catarina, 2019). A TPM é uma ferramenta com foco na conservação dos equipamentos de processo produtivo, trabalha com a contribuição de todas as pessoas envolvidas no processo, desde os cargos administrativos até à mão de obra direta.

Tal como Manihalla et al. (2019) afirma o lema desta filosofia é atingir zero avarias, zero defeitos, zero acidentes e zero desperdícios. Quando aplicada a pequenas e médias empresas, que lutam pela presença e procura do mercado, pode ser uma ótima estratégia para garantir um produto de boa qualidade e corresponder às exigências do cliente.

Pačaiová and Ižaríková (2019) também define a expressão TPM (Total Productive Maintenance) por partes ao descrever o que cada sigla significa, como é apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Definição individual dos termos da sigla TPM.
Créditos: Pačaiová *and* Ižaríková (2019)

Sigla	Significado	Comentário
<i>Total</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Envolvimento de todos os funcionários. • Eliminação de todas as não-conformidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não só operadores de máquina ou equipa de manutenção. • Estratégia quatro zeros.
<i>Productive</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Atividades realizadas antes da origem do problema. • Minimizar problemas de produção. 	<ul style="list-style-type: none"> • Analisar a causa do problema pela raiz. • Atitude positiva por todos os envolvidos com foco na melhoria.
<i>Maintenance</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção de equipamentos em boas condições. • Desempenho consistente em tarefas de manutenção (ex. reparação, limpeza, lubrificação, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuidado preventivo de equipamentos e ambiente de trabalho. • Preventivo, Preditivo e estratégia de manutenção autónoma.

Para alcançar bons resultados na implementação da TPM é necessário seguir estes cinco princípios básicos que Pačaiová *and* Ižaríková (2019) definiu:

- Maximizar o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE);
- Criação de um plano de manutenção preventiva baseado em constante melhoria;
- Participação de todos os departamentos: engenharia, operadores, manutenção e gestão;
- Participação ativa de todos os colaboradores da organização desde o topo até ao chão de fábrica;
- Implementação de ações de manutenção preventiva para pequenos grupos;

2.4.2 Pilares TPM

Segundo Díaz-Reza *et al.* (2019), existem oito pilares principais que devem ser seguidos de forma rigorosa para a implementação com sucesso da TPM. No entanto, dependendo das organizações que o adotam, e como afirmam outros autores, o modelo TPM pode sofrer algumas alterações em relação ao número de pilares que sustentam a “casa”. Na Figura 6 apresenta-se os oito pilares que Díaz-Reza *et al.* (2019) considera principais:

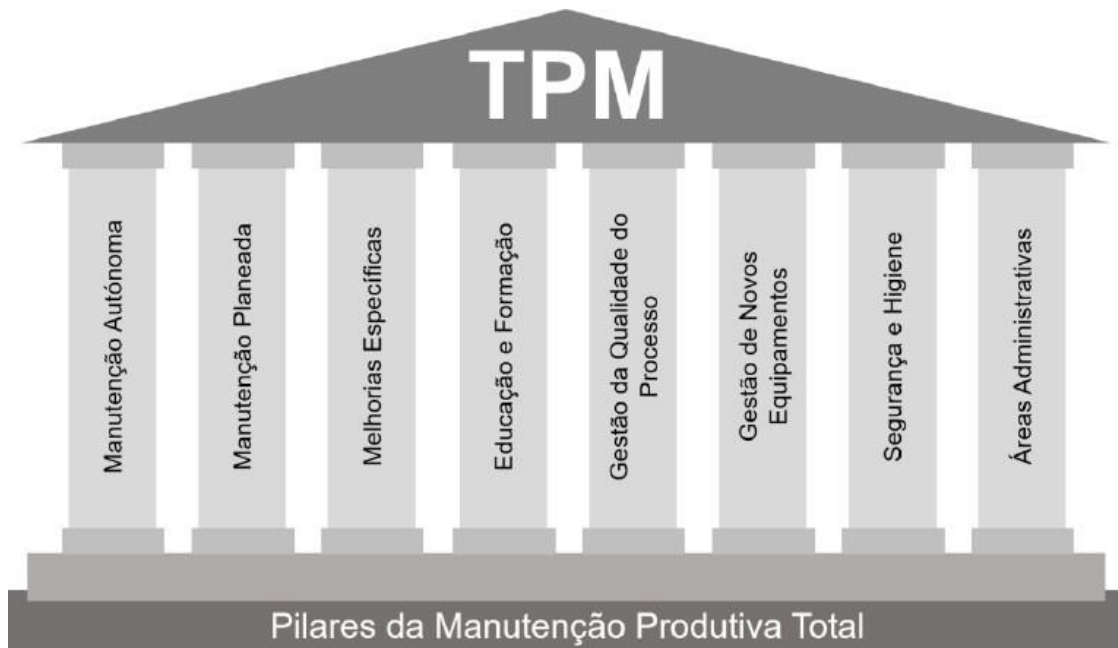


Figura 6 - Os oito pilares TPM.
Créditos: Carreira (2016)

2.4.2.1 Manutenção autónoma

Na manutenção autónoma, os operadores dos equipamentos executam algumas tarefas de rotina de manutenção, como, lubrificação, inspeção, simples reparações entre outras. Kardec *and* Nascif (2001) definiu os seguintes passos para a implementação de manutenção autónoma (Guariente et al., 2017):

1. Limpeza e inspeção;
2. Eliminação de fontes de contaminação e de locais de difícil acesso;
3. Desenvolver normas de limpeza e lubrificação;
4. Inspeção geral;
5. Inspeção autónoma;
6. Desenvolver e implementar padrões e visualizações para manutenção;
7. Estabelecer um processo de manutenção autónoma.

2.4.2.2 Manutenção planeada

Segundo Wardhani (2019) a manutenção planeada assume a criação de um programa calendarizado de atividades de manutenção, com o objetivo de eliminar futuras intervenções corretivas perante a ocorrência de falhas ou avarias.

2.4.2.3 Melhorias específicas

Segundo Díaz-Reza *et al.* (2019) este pilar foca-se na eliminação de todas as atividades que geram desperdício e que não acrescentam valor, aumentando assim o desempenho do equipamento maximizando a sua eficiência.

2.4.2.4 Educação e Formação

Tem como objetivo desenvolver habilidades e aprender novos conhecimentos por parte dos trabalhadores da produção e da manutenção, para que estes, no futuro, possam tomar melhores decisões sobre como solucionar determinados problemas ocorridos em máquina (Díaz-Reza *et al.*, 2019).

2.4.2.5 Gestão da Qualidade do Processo

Este pilar tem como objetivo a satisfação do cliente, por isso procura manter os equipamentos em bom estado de utilização de maneira a reduzir o número de produtos não conformes. São promovidas condições ao equipamento que permitam a exclusão de defeitos de qualidade, através de sistemas *Poka-Yoke* (sistemas à prova de erro) (Díaz-Reza *et al.*, 2019).

2.4.2.6 Gestão de novos equipamentos

Como (Díaz-Reza *et al.*, 2019) afirma, toda a aprendizagem adquirida de manuseamento dos equipamentos antigos deve ser aplicada e padronizada em equipamentos novos. Assim na aquisição de novos equipamentos estão definidas algumas atividades-chaves para a implementação deste pilar (T. Santos *et al.*, 2019):

- Número de registo de manutenção preventiva;
- Número de dias necessários para o operador do equipamento atingir um OEE de 85%.
- Número de defeitos evitados;
- Consumos de energia;
- Número de dias necessários para desenvolvimento do produto;
- Número de iniciativas de manutenção registadas.

2.4.2.7 Segurança e higiene

O objetivo é garantir que no local de trabalho ocorram zero acidentes, zero doenças profissionais e zero acidentes ambientais, de modo a criar o bem-estar dos funcionários e do meio ambiente (Díaz-Reza *et al.*, 2019).

2.4.2.8 Áreas administrativas

Este pilar tem como intuito proporcionar um melhor cenário para a implementação do TPM e distribuir as funções por cada departamento, aumentando a produtividade e eficiência através da eliminação de atividades que não acrescentam valor (Díaz-Reza *et al.*, 2019).

2.5 Indicadores de desempenho da manutenção

Tal como acontece na avaliação de sistemas produtivos, a manutenção também tem indicadores que permitem obter informações relacionadas com o desempenho dos equipamentos bem como do trabalho executado pela manutenção.

Estes indicadores são regidos pela norma EN 15341:2007, sendo que esta define que a utilidade dos mesmo deve cingir-se a (British Standards Institution, 2007):

- Medir o estado da manutenção;
- Avaliar o desempenho;
- Comparar o desempenho;
- Identificar pontos fortes e fracos;
- Controlar o progresso e as mudanças ao longo do tempo.

A medição e análise desses indicadores podem ajudar a gestão a:

- Definir objetivos;
- Planear estratégias e ações de melhoria;
- Partilhar os resultados para informar e motivar as pessoas.

Os indicadores de desempenho na manutenção podem ser divididos em três categorias:

- Económico;
- Técnico;
- Organizacional.

2.5.1 MTBF (*Mean Time Between Failure*)

A sigla MTBF representa a fiabilidade dos equipamentos da empresa e significa o tempo médio entre falhas, que pode ser calculado da seguinte forma (Mezher *and* Amel Abed Mohammed, 2020):

$$MTBF = \frac{\text{Tempo Total de Operação}}{\text{Total de Falhas}} \quad (1)$$

Ao aumentar o MTBF será diretamente aumentada a eficiência do equipamento.

2.5.2 MTTR (*Mean Time To Repair*)

O MTTR significa o tempo necessário de reparação de um equipamento, que pode ser expresso pela seguinte expressão (Moreira et al., 2018):

$$MTTR = \frac{\textit{Tempo Total de Paragens}}{\textit{Total das Falhas}} \quad (2)$$

O tempo total de paragem inclui o tempo de diagnóstico, o tempo de reunir os recursos e ferramentas necessárias para realizar da intervenção, efetuar a reparação, inspecionar e testar o equipamento para que este possa ser entregue nas melhores condições.

2.5.3 OEE (*Overall Equipment Effectiveness*)

Um dos mais importantes indicadores é OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) que é calculado através da seguinte expressão (Sousa et al., 2018):

$$OEE = \textit{Disponibilidade} \times \textit{Produtividade} \times \textit{Qualidade}$$

Sendo as suas variáveis calculadas da seguinte forma:

$$\textit{Disponibilidade} = \frac{\textit{Tempo Produtivo Disponível} - \textit{Tempo de Paragem}}{\textit{Tempo Produtivo Disponível}} \quad (3)$$

Podendo também ser calculada por:

$$\textit{Disponibilidade} = \frac{MTBF}{MTBF + MTR} \quad (4)$$

$$\textit{Produtividade} = \frac{\textit{Tempo de Ciclo Teórico} \times \textit{Unidades Produzidas}}{\textit{Tempo Produtivo Disponível}} \quad (5)$$

$$\textit{Qualidade} = \frac{\textit{Total de Unidades Produzidas} - \textit{Unidades Defeituosas}}{\textit{Total de Unidades Produzidas}} \quad (6)$$

DESENVOLVIMENTO

- 3.1 Apresentação da empresa
- 3.2 Análise da situação inicial
 - 3.3 Tempestade de ideias
- 3.4 Desenvolvimento das propostas
 - 3.5 Análise de Resultados

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Apresentação da empresa

3.1.1 Grupo Saica

O estágio curricular que deu origem ao presente projeto foi realizado na empresa Saica Pack Ovar, que pertence ao grupo Saica, sediado em Espanha, fundado em 1943 e com unidades fabris em Portugal, Espanha, França, Reino Unido, Luxemburgo, Holanda, Itália e Turquia.

No grupo Saica existem quatro áreas de negócio, três destinadas ao papel e uma a embalagens de plástico, permitindo deste modo uma economia circular e eliminando assim desperdício de matéria-prima tornando-se um negócio mais sustentável.

Na área do papel existe a Saica Natur que é responsável pela recolha, tratamento e reciclagem de papel, em seguida esta matéria prima é enviada para a Saica Paper para ser transformada em bobines de papel para posteriormente irão entrar na Saica Pack onde será produzido cartão canelado para produção de embalagens de cartão canelado.

3.1.2 Saica Pack Ovar

Em Portugal, a Saica Pack está representada por três empresas localizadas em Lisboa, Marinha Grande e Ovar. A empresa onde se realizou o presente estágio foi a Saica Pack Ovar localizada na zona industrial de Ovar, distrito de Aveiro. Conta neste momento com cerca de 200 colaboradores e com uma superfície de 50000 m².

3.1.3 Historial

A empresa conta com mais de quarenta anos de história na produção de embalagens de cartão canelado e estão representados na Tabela 2 os principais marcos históricos.

Tabela 2 - Principais macros históricos da empresa Saica Pack Ovar

Ano	Marco Histórico
1975	Fundação da empresa como SIMÃO ROCHA Lda.
1991	Aquisição da empresa pelo Grupo LINPAC
1998	Lançamento da IAQ (1ª no mercado)
2000	Aquisição da FAMARI (hoje SPK Marinha Grande)
2003	Aquisição da empresa pelo Grupo Saica
2008	Lançamento da impressão <i>Offset</i> (1ª no mercado)
2016	Novo centro logístico para o produto acabado 5000 paletes de capacidade
2017	Novo Casemaker 6c e Lito-laminadora <i>Offset</i>

3.1.4 Filosofia e valores da empresa

A Saica Pack Ovar caracteriza-se por ser uma empresa especializada no fabrico de cartão canelado e embalagens de cartão canelado, produzindo 98.5 milhões m²/ano de cartão canelado e 9000 cargas/ano. A correta aplicação da metodologia 5S, o cumprimento dos prazos de entregas e a qualidade dos produtos são pontos fulcrais para o bom funcionamento de empresa, conseguindo assim destacar-se da concorrência.

A empresa assenta nos valores do grupo representados na Tabela 3.

Tabela 3 - Filosofia do Grupo Saica

Lema	Missão	Valores
<i>We Care</i>	Preocupação com o futuro.	Crescimento sustentável e rentável. Meio ambiente. Investidores. Resultados a longo prazo.
<i>We Value</i>	Oferta de Valor	Compromisso e trabalho de equipa. Desenvolvimento das pessoas. Qualidade. Melhoria continua.
<i>We challenge</i>	Aceitamos desafios	Inovação. Eficiência. Tecnologia.

3.1.5 Certificações

Sendo uma empresa preocupada em oferecer valor ao cliente, houve a necessidade de ao longo dos anos ir adquirindo algumas certificações essenciais para garantir a qualidade do produto final.

Na Tabela 4 estão todas as certificações existentes na empresa.

Tabela 4 - Certificações da empresa Saica Pack Ovar

Ano	Certificação
1996	ISO 9001 certificação da qualidade (1ª empresa privada no nosso setor)
2001	ISO 14001 certificação ambiental (1ª empresa no nosso setor)
2007	OHSAS 18000 certificação higiene e segurança (1ª empresa no nosso setor)
2013	BRC certificação de segurança alimentar
2014	FSC e PEFC certificação de origem controlada

3.1.6 Estrutura da organização

Na Figura 7 está representado o organograma da empresa, sendo a área rodeada onde foi desenvolvido este projeto, “produção e manutenção”.

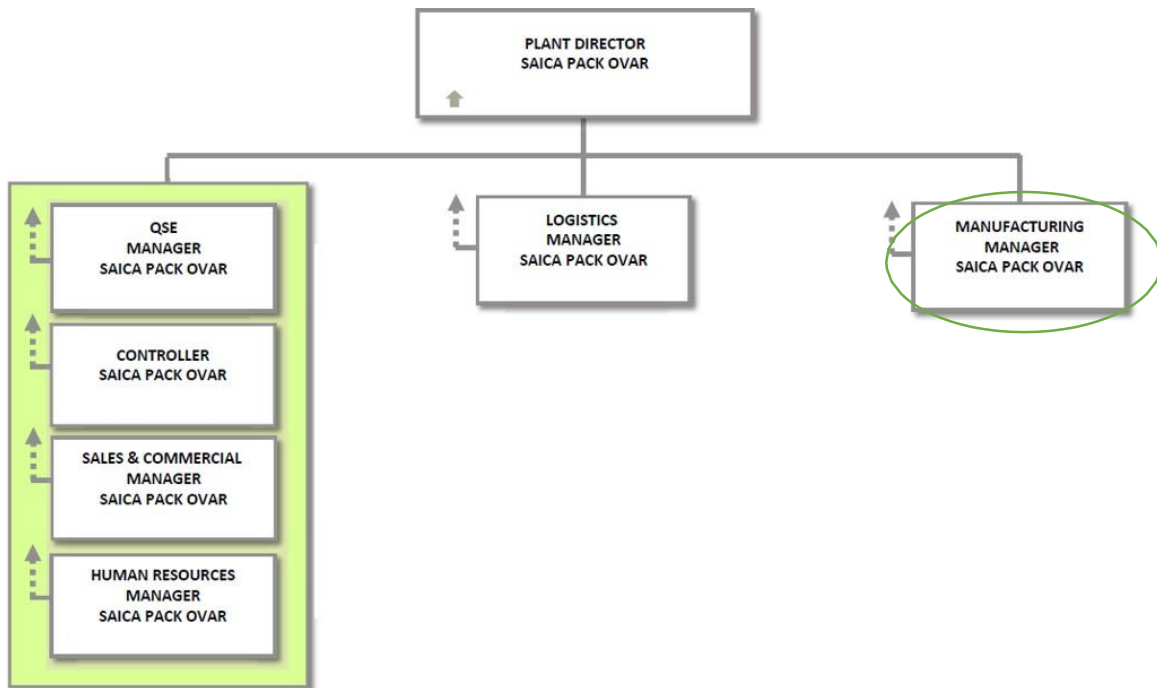


Figura 7 - Organograma da empresa

3.1.7 Produtos fabricados e principais áreas de negócio

O principal produto fabricado é a placa de cartão canelado que posteriormente poderá ser transformada em embalagem de cartão canelado ou vendida antes de transformar consoante o pedido do cliente.

As principais áreas de negócio são a indústria alimentar que representa 25% da produção, bebidas 16%, papel 15%, cartonagens 10%, agricultura 1% e os restantes 33% a outras indústrias.

3.2 Análise da situação inicial

Neste subcapítulo é apresentado o ponto de situação inicial no qual a empresa se encontrava.

3.2.1 Incumprimento dos planos de manutenção preventivas

Um dos pontos detetados num primeiro contacto com a empresa era a desorganização e incumprimento das tarefas de manutenção preventiva. Além disso, estas tarefas, quando realizadas, eram baseadas em documentação desatualizada e confusa como podemos ver na Figura 8.

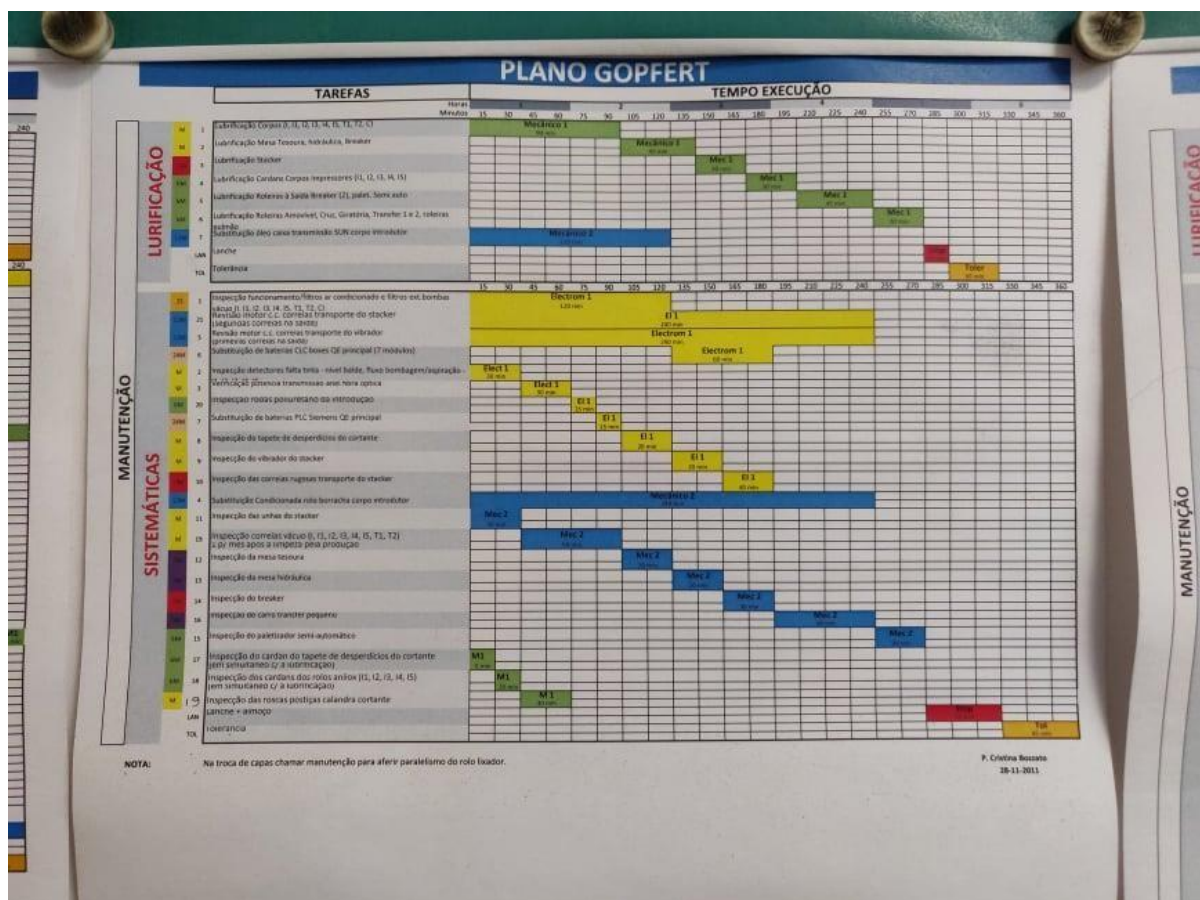


Figura 8 - Exemplo de uma folha de tarefas de manutenção preventiva

Esta documentação estava disponível apenas no gabinete da equipa de manutenção sem formato informático, com periodicidades desatualizadas e duração das tarefas mal definidas. Existia uma folha com o plano de manutenção preventiva para cada uma das máquinas de produção, fazendo um total de nove planos.

3.2.2 Relatório de final de turno

Um ponto crítico na organização era a realização do relatório no final do turno pelos chefes de turno. Estes tinham de preencher todos os dados (aproximadamente 57 valores) relativos a todas as máquinas de forma manual e pouco ergonómica, perdendo assim em média trinta minutos por turno.

3.2.3 Análise e tratamento de dados

No acompanhamento da realização da estatística mensal foi observado que o controlo de indicadores como MTBF, MTTR, era muito demorado e suscetível ao erro, pois era realizado de forma manual por uma pessoa que durante todo o processo levaria um dia de trabalho até este ficar concluído.


Data: 23/jun/20 Revisão: 0		DADOS DO MÊS PARA CÁLCULOS - Janeiro				
CORRIGIDO (descontando as paragens menores ou iguais a 5 min)						
Máquinas	Horas presença	Tempo Avaria	Nº Avarias	MTBF (horas)	MTTR (min)	
CASEMAKER I	390	12,15	22,0	17,7	33,1	
BOBST 924	468	12,53	23,0	20,3	32,7	
WARD VGII	491	12,39	23,0	21,3	32,3	
WARD GENCO 1	500	4,18	11,0	45,5	22,8	
WARD GENCO 2	501	9,45	20,0	25,1	28,4	
GOPFERT1	497	8,07	15,0	33,1	32,3	
BOBST 1	512	23,13	44,0	11,6	31,5	
BOBST 2	485	15,30	35,0	13,9	26,2	
CL PRESS	195	0,33	3,0	65,0	6,6	
GANDOSI	418	8,07	14,0	29,9	34,6	
REVICART	354	12,27	28,0	12,6	26,3	
CONTRACOLADORA	274	0,44	2,0	137,0	13,2	
CONTRA F A F	182	7,14	7,0	26,0	61,2	
CANELADORA	543	9,60	48,0	11,3	12,0	
GLOBAL	5810	135,05	295,0	19,7	27,5	

Figura 9 - Exemplo de uma folha MTBF e MTTR utilizada na empresa

Como é possível observar na Figura 9, os valores correspondentes ao mês em análise extraídos do programa de auxílio à produção para de seguida calcular o MTBF e MTTR, eram inseridos, de forma manual, nos campos sombreados a azul, não mostrando qualquer comparação com o valor objetivo e médio do presente ano.

3.2.4 Ausência de controlo de paragens

Outro ponto identificado foi a falta de monitorização das paragens, número de paragens e motivos de paragem, sendo que não eram analisadas com regularidade, mas sim quando existia um problema. As paragens eram apresentadas de forma desorganizada pelo programa de auxílio à produção, GPT, e de difícil compreensão para análise como é possível visualizar na Figura 10.

Figura 10 - Informação apresentada pelo GPT

Na Figura 10 é possível constatar que não há organização nem ordem, crescente ou decrescente, na apresentação das paragens, o que dificulta a interpretação e análise destes valores.

3.2.5 Melhoria na gestão visual da organização

Num panorama geral a empresa é bastante organizada com toda a informação necessária disponibilizada no posto de trabalho, havendo possibilidade de melhoria em alguns postos. Um dos postos de trabalho que era necessário intervir e melhorar era a contracoladora folha a folha. Era essencial a criação de regras neste posto bem como a redefinição do *layout*.

3.3 Tempestade de ideias

A Tabela 5 apresenta todos os problemas identificados, bem como consequências e tipo de desperdício associado.

Tabela 5 - Síntese dos problemas identificados

Problema	Consequência	Tipo de desperdício associado
Criação e desenvolvimento de planos de manutenção preventiva	Informação antiga e não aplicável	Manutenções programadas pouco eficientes
Automatização dos relatórios de final de turno	Erros associados na realização	Tempo de realização elevado
Automatização no tratamento de dados	Erros associados na realização	Tempo de realização elevado
Análise de paragens	Baixa rastreabilidade do desempenho dos equipamentos	Elevados tempos de paragem
Melhoria na organização e gestão visual	Desorganização no local de trabalho	Elevados tempos de produção

Após debate com o diretor de produção e manutenção foram ordenados, como ilustra a Tabela 5, por grau de prioridade de realização, do mais prioritário para o menos prioritário.

3.4 Desenvolvimento das propostas

Neste capítulo, são demonstradas todas as propostas desenvolvidas no decorrer do projeto.

3.4.1 Criação e desenvolvimento de planos de manutenção preventivas

O registo e documentação das tarefas de manutenção preventiva era elementar e desatualizado face à realidade da organização. Os documentos disponíveis para a equipa de manutenção, ilustrados anteriormente na Figura 8, estavam confusos e, por isso, foi necessário tomar medidas de forma a criar um documento organizado e atualizado para que estas tarefas pudessem ser realizadas da melhor maneira possível.

Na organização existem atualmente nove máquinas diferentes, sendo um total de onze, onde era necessário atuar. Para isso, foi recolhida toda a informação disponível de todos os equipamentos e criada uma lista com todas as tarefas de manutenção preventiva, originando uma lista com aproximadamente 500 tarefas. Em seguida, após uma primeira análise foi realizada uma reunião com o diretor de produção e manutenção, um mecânico e um eletromecânico, onde foram eliminadas todas as informações desatualizadas e que eram realizadas por empresas subcontratadas ou pelo operador de máquina no início do turno, obtendo-se uma lista de 177 tarefas.

Numa fase final de validação desta lista foi analisada a periodicidade e duração de cada tarefa com a ajuda de um mecânico e eletromecânico.

Instrução de Trabalho	Máquina	Periodicidade	Tipo	Tarefa	Técnico	Duração (minutos)
BOBST 1/2_Mensal_1	BOBST 1/2	Mensal	Inspeção	Lubrificação e Inspeção ao freio da máquina (4000 passes / hora) se necessário centre o freio e fugas de ar comprimido na embraiagem e respetiva pressão de trabalho	Mecânico	20
BOBST 1/2_Mensal_2	BOBST 1/2	Mensal	Inspeção	Inspeção do nivelamento carregador de chassi do virador, rolamentos, movimento nas guias	Mecânico	30
BOBST 1/2_Mensal_3	BOBST 1/2	Mensal	Inspeção	Lubrificar e Inspeccionar fugas de óleo nos elevadores	Mecânico	15
BOBST 1/2_Mensal_4	BOBST 1/2	Mensal	Inspeção	Inspeccionar o Breaker	Mecânico	20
BOBST 1/2_Trimestral_1	BOBST 1/2	Trimestral	Inspeção	Medir barra de pinças (tensionamento das correntes)	Mecânico	45
BOBST 1/2_Mensal_5	BOBST 1/2	Mensal	Inspeção	Inspeccionar nível de óleo carter prensa	Mecânico	5
BOBST 1/2_Mensal_6	BOBST 1/2	Mensal	Inspeção	Inspeccionar nível de óleo lubrificador auto trem correntes barra pinças	Mecânico	5
BOBST 1/2_Semestral_1	BOBST 1/2	Semestral	Inspeção	Inspeccionar estados das escovas trem correntes barra de pinças	Mecânico	15
BOBST 1/2_Semestral_2	BOBST 1/2	Semestral	Inspeção	Calibração funcionamento escovas lubrificação trem de correntes barra pinças	Mecânico	10
BOBST 1/2_Semestral_3	BOBST 1/2	Semestral	Inspeção	Inspeção das guias do PR na mesa de introdução	Mecânico	10
BOBST 1/2_Semestral_4	BOBST 1/2	Semestral	Lubrificação	Lubrificação do travão da máquina	Mecânico	10
BOBST 1/2_Semestral_5	BOBST 1/2	Semestral	Lubrificação	Lubrificação correntes abertura / fecho paralelas introdução	Mecânico	15
BOBST 1/2_Semestral_6	BOBST 1/2	Semestral	Lubrificação	Lubrificação das correntes da tela da saída (um lado operador um lado transmissão)	Mecânico	15
BOBST 1/2_Semestral_7	BOBST 1/2	Semestral	Lubrificação	Lubrificação da corrente de transmissão motor disparo do atado (lado transmissão)	Mecânico	15
BOBST 1/2_Semestral_8	BOBST 1/2	Semestral	Lubrificação	Lubrificação da corrente de transmissão das correias verdes da saída (lado transmissão)	Mecânico	10
BOBST 1/2_Semestral_9	BOBST 1/2	Semestral	Lubrificação	Lubrificação pinhões (2) cónicos p/destacamento vertical verificar calibre da introdução	Mecânico	15
BOBST 1/2_Semestral_10	BOBST 1/2	Semestral	Inspeção	Inspeção motor principal verificar tensionamento da correia (ligações, polias, correia , ventilador, armação)	Mecânico/Eletricista	60
BOBST 1/2_Semestral_11	BOBST 1/2	Semestral	Inspeção	Inspeção setor transmissão (linhas óleo, lubrificação rolamentos / cames, condição cames e rolamentos, condição corrente transmissão e tensão, condição / barras de oincas	Mecânico	45

Figura 11 - Tabela final

Na Figura 11 é apresentado um excerto da tabela criada com as tarefas de manutenção preventiva correspondentes a uma máquina.

No início, o objetivo deste projeto era alimentar no software de manutenção todas estas tarefas, o que não foi possível. Para combater este problema, foi criado um documento

Excel com toda a informação disponível, de modo a substituir o software de manutenção.

Inicialmente foi necessário desenvolver um calendário de paragens programadas, como podemos ver na Figura 12 (Anexo A).

1º Trimestre						
Horário	10h - 14h			14h - 18h		
Semana	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	Sáb
1ª S 30-03JAN	Revi (4h)	Encerramento	Feriado Ano Novo	Genco 2 (4h)		
2ª S 06 - 10JAN	CIP (4h)	Outros (4h)	VG II (4h)	Bobst 924 (6h)		
3ª S 13-17JAN	Cas I (4h)	Bobst 2 (4h)	Gopfert (4h)	Genco 1 (4h)		Linha Palet. 2
4ª S 20-24JAN	Gand (4h)	Bobst 1 (4h)	VG II (4h)	Bobst 924 (6h)		
5ª S 27-31JAN	Revi (4h)	Outros (4h)	Gopfert (4h)	Genco 2 (4h)		
6ª S 03-07FEV	CIP (4h)	Bobst 2 (4h)	VG II (4h)	Bobst 924 (6h)		Linha Palet. 1

Figura 12 - Calendário de paragens semanais

Na Figura 12 está representado o calendário de paragens semanais. Para a criação deste foi necessário hierarquizar cada máquina pelo grau de importância para definir a periodicidade de paragem.

A hierarquização foi a seguinte:

1. VG II, Gopfert, Bobst 924 → Duas em duas semanas.
2. Bobst 1, Bobst 2, Outros → Três em três semanas.
3. Revicart, Gandossi, Casemaker, CI Press, Genco 1, Genco 2 → Quatro em quatro semanas.
4. Linhas de Paletização → Seis em seis semanas.

A duração de cada paragem programada foi definida como sendo de quatro horas para todas as máquinas expeto para a Bobst 924 que devido à sua complexidade foi estipulado seis horas.

Em seguida, foi criada uma tabela com todas as tarefas de manutenção preventiva e hiperligada a uma tabela dinâmica com filtros onde toda a informação é apresentada de forma organizada, como se pode ver na Figura 13.

Tarefas	Tipo	Soma de Duração (minutos)
Inspeção	Inspeção	235
Lubrificação	Lubrificação	150
Soma de Duração (minutos)		385

Insturção de Trabalho	Inspeção	Lubrificação	Soma de Duração (minutos)
GOPFERT	235	150	385
Mensal	235	150	385
GOPFERT_Mensal_1	40		40
Verificação da potência de transmissão de fibra ótica	40		40
GOPFERT_Mensal_2		90	90
Lubrificação dos Corpos (I, I1,I2, I3, I4, I5, T1, T2, C) e inspeção à verificação de fechos		90	90
GOPFERT_Mensal_3		60	60
Lubrificação do Stacker, da Mesa Tesoura Hidráulica introdutor, Breaker		60	60
GOPFERT_Mensal_4	120		120
Inspeção do funcionamento/ filtros do ar condicionado e filtros ext. bombas vácuo (I, I1,I2, I3, I4, I5, T1, T2, C)	120		120
GOPFERT_Mensal_5	20		20
Inspeção do breaker (análise de fugas, cordões...)	20		20
GOPFERT_Mensal_6	45		45
Inspeção dos travões dos motores das calandras	45		45
GOPFERT_Mensal_7	10		10
Inspeção do nível de óleo na saída	10		10
Soma de Duração (minutos)	235	150	385

Figura 13 - Plano de manutenção

A Figura 13 ilustra um plano de manutenção criado para uma paragem mensal da máquina GOPFERT, sendo esta uma máquina de grau 1, ou seja, que realiza uma paragem a cada duas semanas. Este plano pode ser dividido em duas partes, dando assim algum tempo para a equipa de manutenção realizar algumas manutenções corretivas caso seja necessário.

Cada tarefa está associada a um código no seguinte formato, Máquina_Periodicidade_Número.

Para concluir e existir alguma rastreabilidade no processo, foi elaborada uma tabela de auxílio com o objetivo de controlar a realização destas manutenções, Figura 14.

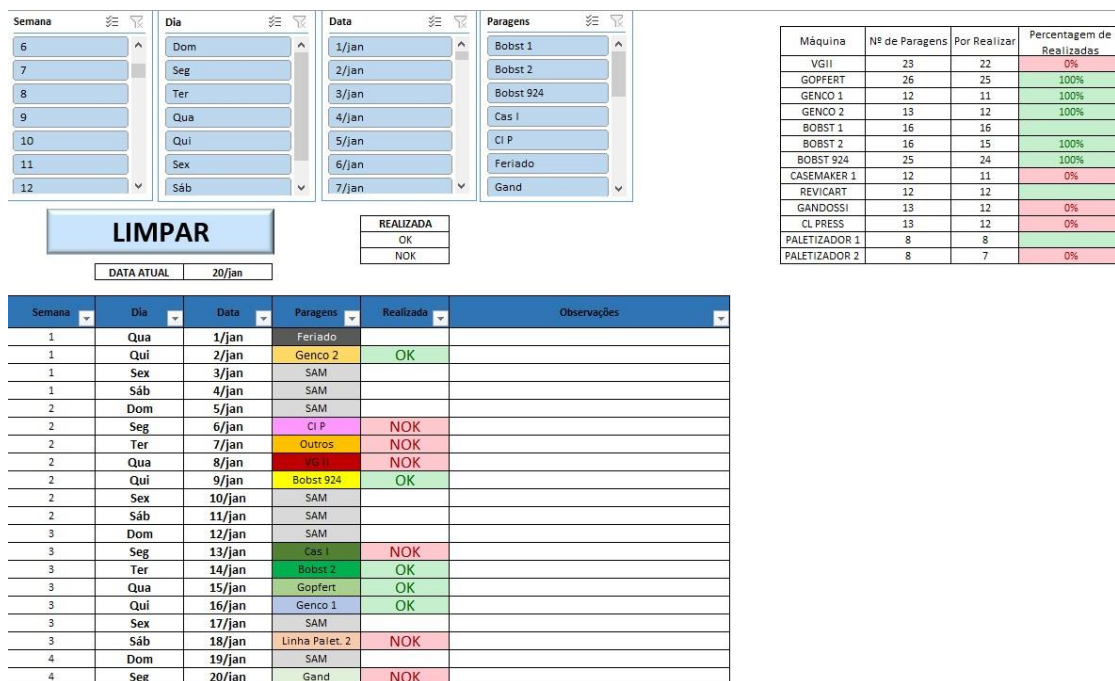


Figura 14 - Tabela de rastreabilidade

Nesta tabela, Figura 14, era pedido ao responsável do documento que colocasse nas observações os códigos das tarefas de manutenção preventivas realizadas no dia atual para que fosse possível verificar o cumprimento de periodicidades numa futura paragem e quais as tarefas anteriormente realizadas.

3.4.2 Relatórios de final de turno

A criação deste documento foi de elevada importância para a empresa, pois permitiu eliminar erros e tempo não produtivo.

Este projeto surgiu de forma autodidata, após análise de relatórios anteriores onde foram detetados alguns erros correspondentes ao turno analisado.

Os motivos para o aparecimento destes erros eram os seguintes:

1. Elevada distância entre o chefe de turno e o monitor do computador - aproximadamente um metro, o que exigia muito esforço visual por parte do chefe de turno.
2. Valores fornecidos pelo software de produção com tamanho de letra muito reduzido - letra com aproximadamente 3 milímetros de altura, elevado esforço visual por parte do chefe de turno.
3. Cansaço no final do turno - após concluir o turno o chefe de turno necessitava de aproximadamente 30 minutos para elaboração do relatório.

A Figura 15 mostra o template original do relatório de final de turno, que foi mantido, sendo que a principal diferença no final de cada turno é que este é atualizado automaticamente e não alimentado valor a valor. Com isto foi possível obter qualquer relatório a qualquer momento.


RELATÓRIO DE TURNO - CONVERSÃO			
Data:		Chefe de Turno:	
			
MSG953-01			
SEGURANÇA, RECURSOS HUMANOS E QUALIDADE		REUNIÕES DE PRODUÇÃO E AUDITORIAS	
ACIDENTES / INCIDENTES?		<input type="checkbox"/> REUNIÃO PLANEAMENTO? <input type="checkbox"/> AUDIT. AO PRODUTO?	
AUSÊNCIAS?		<input type="checkbox"/> REUNIÃO NC's? <input type="checkbox"/> AUDIT. AO PROCESSO?	
NC's ABERTAS		<input type="checkbox"/> REUNIÃO TURNO? <input type="checkbox"/> AUDIT. À M. PROGRAMADA? <input type="text"/>	
PROBLEMAS DE PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO		PRODUTIVIDADE E DESPERDÍCIO	
OEE TURNO %	0	46	0%
GOPFERT 1		PT'S ABERTOS	
WARD VG II		PT'S ABERTOS	
N. encomendas	0		
Vel. Tiro	0	4 400	0%
Tempo Set Up	0	18	0%
Passes Turno	0	15 200	0%
m2/Hora	0	1 700	0%
OEE	0	32	0%
OEE Produção			0%
N. encomendas	0		
Vel. Tiro	0	3 800	0%
Tempo Set Up	0	21	0%
Passes Turno	0	14 400	0%
m2/Hora	0	2 000	0%
OEE	0	27	0%
OEE Produção			0%

Figura 15 - Template do relatório de final de turno

Para elaboração deste relatório automático apenas eram necessários 4 cliques, como mostra Figura 16.

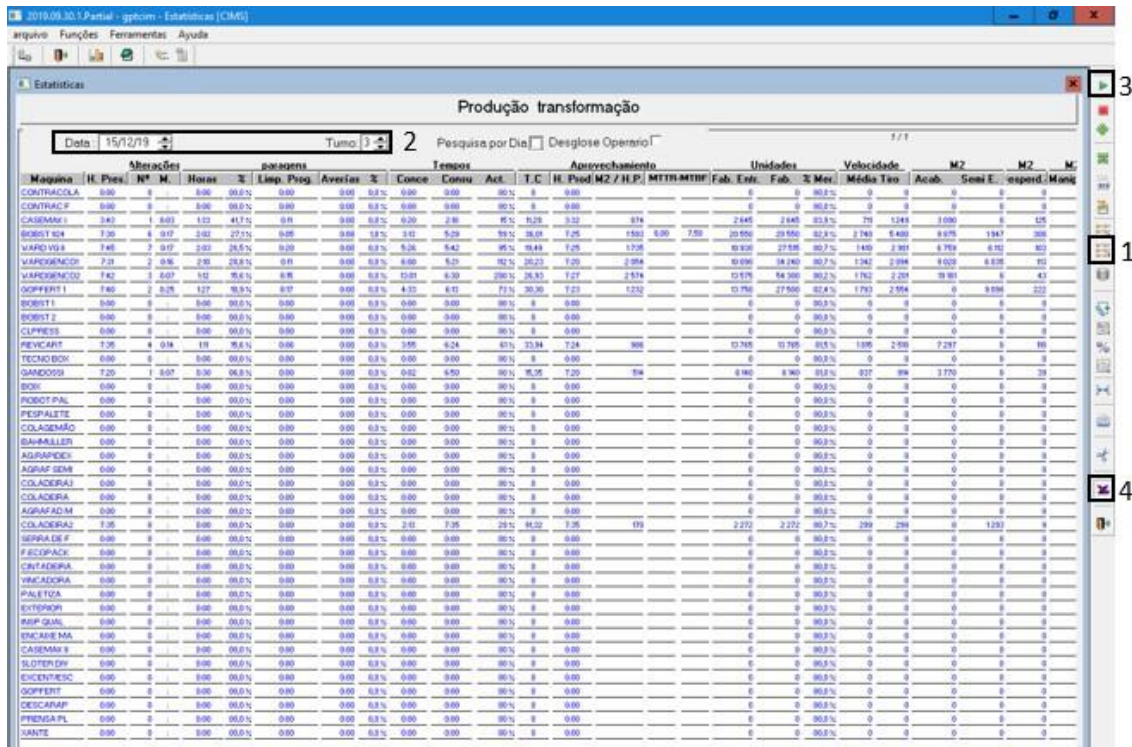


Figura 16 - Passos para a elaboração do relatório

Após abrir o software de produção era necessário seguir estes cinco passos:

1. Selecionar a área da conversão;
2. Inserir data e turno;
3. Executar a procura;
4. Extrair o documento em formato Excel.
5. Guardar o Excel com nome no formato dia_mês_ano.

No final destes cinco passos o relatório de turno está concluído e pronto a enviar, sendo que todos os outros campos em branco eram preenchidos ao longo do turno consoante o aparecimento de ocorrências.

RELATÓRIO DE TURNO - CONVERSÃO

Data:


09/01/2020

▼

Chefe de Turno:

RUI RODRIGUES

▼



MSG953-01

SEGURANÇA, RECURSOS HUMANOS E QUALIDADE

ACIDENTES / INCIDENTES?	
AUSÊNCIAS?	
NCI'S ABERTAS	

REUNIÕES DE PRODUÇÃO E AUDITORIAS

REUNIÃO PLANEAMENTO? AUDIT. AO PRODUTO?
 REUNIÃO NC'S? AUDIT. AO PROCESSO?
 REUNIÃO TURNO?
 AUDIT. À M. PROGRAMADA? ▼

PROBLEMAS DE PRODUÇÃO E MANUTENÇÃO

OEE TURNO %	41	46	89%
-------------	----	----	-----

PRODUTIVIDADE E DESPERDÍCIO

GOPFERT 1	PT'S ABERTOS

N. encomendas	4		
Vel. Tiro	3 808	4 400	87%
Tempo Set Up	16	18	114%
Passes Turno	13 839	15 200	91%
m2/Hora	1 578	1 700	93%
OEE	31	32	96%
OEE Produção			105%

WARD VG II	PT'S ABERTOS

N. encomendas	5		
Vel. Tiro	3 259	3 800	86%
Tempo Set Up	21	21	101%
Passes Turno	12 278	14 400	85%
m2/Hora	2 271	2 000	114%
OEE	22	27	80%
OEE Produção			109%

Figura 17 - Exemplo de relatório de final de turno completo

Com esta melhoria foi possível eliminar erros humanos associados à elaboração do relatório no final de turno e poupar à empresa cerca de trinta minutos por turno, bem como rápida análise visual dos indicadores, sendo vermelho para valores inferiores a 85%, amarelo de 85% até 99% e verde de 100% para cima inclusive.

3.4.3 Análise e tratamento de dados

Para ajudar a melhorar o tratamento de dados foi criado um documento onde é possível analisar qualquer indicador de desempenho. Para isso criou-se uma sala de controlo onde semanalmente eram afixados os gráficos correspondentes à semana anterior juntamente com os mensais para posteriormente serem analisados. Esta melhoria deu origem a reuniões semanais com todos os chefes de turnos das diferentes secções para discutir e resolver problemas que possam ter ocorrido na semana anterior.

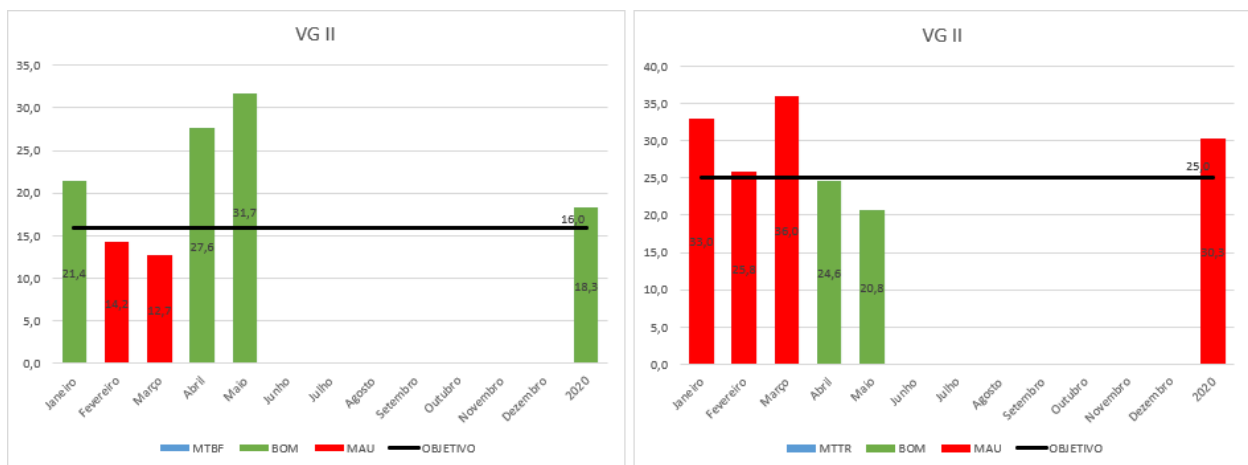


Figura 18 - Gráfico MTBF e MTTR da máquina VG II

Na Figura 18 é possível visualizar de forma gráfica e rápida, comparando com o valor objetivo e médio do presente ano, os valores de MTBF e MTTR de uma máquina.

Com este documento tornou-se possível monitorizar vários indicadores, como por exemplo, aproveitamento, tempo de setup, inatividade, velocidade, MTBF, MTTR e tempos e quantidades produzidas, podendo ser analisados no geral ou por turno, como mostra a Figura 19.



Figura 19 - Exemplo dos vários indicadores analisados

Na Figura 19 está ilustrado alguns dos indicadores calculados pelo documento, apresentados de forma gráfica para rápida interpretação dos valores obtidos. Anteriormente, os indicadores eram apenas apresentados em tabela sem comparação

com o objetivo definido e sem análise por turno. Com este método, torna-se possível analisar turno e comparar cada turno.

Agregado a este documento estava a estatística mensal que anteriormente era elaborada manualmente e após esta melhoria passou a ser realizada de forma automática tal como o resto do documento.

MÁQUINAS	INDICADOR	JAN	FEV	MAR
CANELADORA	Prod./Tempo Trabalho (mts/ hr.)	125	128	133
	Prod./Tempo útil (mts/ hr.)	138	140	146
	Inactividade (%)			
	Aproveitamento (%)	83	85	88
	M2/H			
	% de Duplo			
	Evolução ML Zona Húmida (CAN)	4069	3965	3972
	Evolução ML Zona Seca (CAN)	1744	1616	1791
	Número total de avarias	50	23	36
	Mean time between failures (MTBF)	11	19	11
Mean time to repair (MTTR)	12	14	10	
CONTRACOLADORA EM LINHA	Prod./Tempo Trabalho (passes/hr.)	3075	3140	2809
	Prod./Tempo útil (passes/ hr.)	3776	3913	3680
	Mudança Encomenda-Set-Up (min.)	8	11	10
	% de Paragens	20	10	15
	Aproveitamento %(incluindo Set Up)	65	71	63
	M2/H	2445	2516	2240
	Número total de avarias	7	1	5
	Mean time between failures (MTBF)	39	255	37
Mean time to repair (MTTR)	36	6	48	
CONTRACOLADORA FOLHA A FOLHA	Prod./Tempo Trabalho (passes/hr.)	1310	1160	1101
	Prod./Tempo útil (passes/ hr.)	1829	1596	1475
	Mudança Encomenda-Set-Up (min.)	18	18	20
	% de Paragens	19	19	16
	Aproveitamento %(incluindo Set Up)	61	54	51
	M2/H	994	920	884
	Número total de avarias	2	3	1
	Mean time between failures (MTBF)	91	87	224
Mean time to repair (MTTR)	22	8	10	
CASEMARKER I	Prod./Tempo Trabalho (passes/hr.)	1548	1459	1395
	Prod./Tempo útil (passes/ hr.)	2864	2915	2771
	Mudança Encomenda-Set-Up (min.)	21	20	21
	% de Paragens	29	34	34
	Aproveitamento %(incluindo Set Up)	25	23	23
	M2/H	1322	1231	1262
	Número total de avarias	23	31	16
	Mean time between failures (MTBF)	17	10	16
Mean time to repair (MTTR)	32	29	22	

Figura 20 - Excerto da estatística mensal

A Figura 20 apresenta um excerto da tabela utilizada para a realização da estatística mensal. Toda esta tabela é alimentada automaticamente no primeiro dia de cada mês com os valores do mês anterior; apenas os três valores sombreados a cinzento necessitam de ser inseridos de forma manual.

3.4.4 Análise de paragens

Para controlar as paragens e procurar paragens sistemáticas que poderão estar relacionadas com avarias repetitivas, elaborou-se uma ferramenta para analisar quais as paragens que podem ser evitadas e se a paragem está ou não relacionada com um problema de matéria prima ou do equipamento. Esta análise pode ser realizada semanalmente, mensalmente ou anualmente e a qualquer máquina, pois a ferramenta está preparada para o que o utilizador desejar.

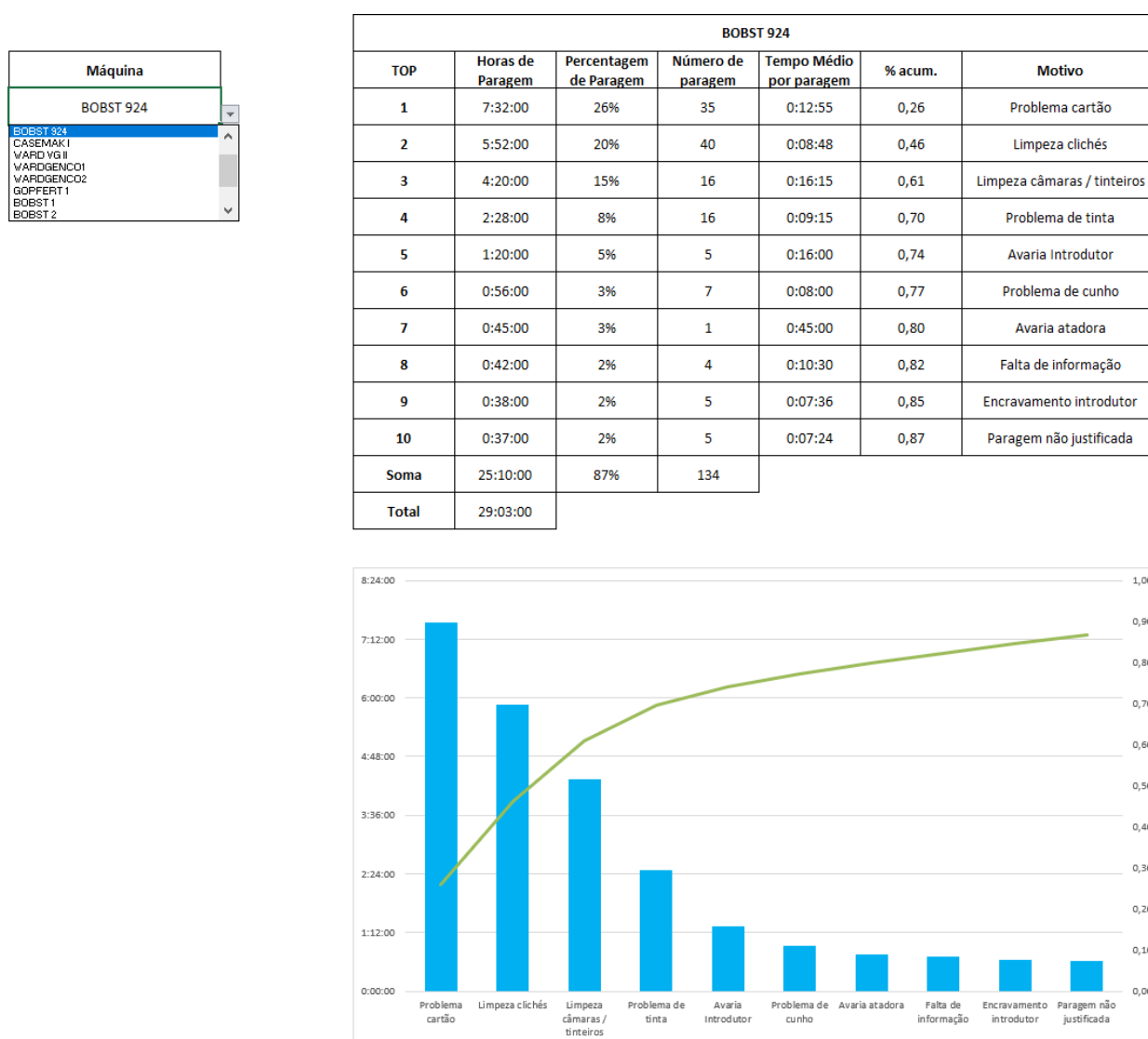


Figura 21 - Diagrama de Pareto das paragens semanais

Na Figura 21 está ilustrada a ferramenta. No canto superior esquerdo estão presentes todas as máquinas da empresa. Após seleção da máquina é gerada uma tabela com o TOP 10 de paragens e um diagrama de Pareto com toda a informação. A utilização do diagrama de Pareto deve-se ao facto de facilitar a análise, sendo que 20% das principais causas são responsáveis por 80% dos problemas, mostrando as causas por prioridades, identificando os fatores mais significativos e onde é necessário focar os esforços.



Figura 23 - a) Antes da melhoria; b) Depois da melhoria

Tal como podemos ver na Figura 23, não havia qualquer tipo de critério na separação das paletes o que causava algum transtorno na sua recolha. Após esta melhoria não voltou acontecer (Anexo B).

3.5 Análise de Resultados

Neste subcapítulo serão apresentados todos os resultados referentes às propostas desenvolvidas.

3.5.1 Impacto da criação de planos de manutenção preventiva

O principal objetivo na apresentação destes resultados é analisar a eficiência dos planos de manutenção preventiva criados e o seu impacto no indicador de desempenho MTBF. A implementação destes planos ocorreu no início de março, sendo apresentados os resultados desde o início do ano. Na Tabela 6 estão apresentados os resultados.

Tabela 6 - Resultados MTBF de Janeiro a Maio

MTBF (Horas) - 2020							
Máquina	Objetivo	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Média
Casemaker	18	17	9.9	16.4	23.3	25.6	16.2
Bobst 924	25	20.4	24.8	17.1	11.3	11.8	15.3
VG II	16	21.4	14.2	12.7	27.6	31.7	18.3
Genco 1	24	45.5	30.7	32.4	19.1	22.1	31.3
Genco 2	24	25	16	19	21.4	23.8	20.4
Gopfert	35	33.2	23	21.1	64.5	32.8	29.9
Bobst 1	25	11.6	37.6	23.3	25.4	55.3	20.4
Bobst 2	25	13.5	25.2	21.3	25	13.7	18.6
CI Press	35	65	43.7	174.6	75.6	72.7	71
Gandossi	20	29.9	27.2	61.9	326	114.2	48.1
Revicart	25	12.7	10.5	11.4	9.6	16	11.7
GLOBAL	20	19.4	21.2	20	21.8	21.1	20.6

Na Tabela 6 é de realçar que as máquinas Casemaker, VG II e Bobst 1 tiveram uma melhoria significativa no valor MTBF, algo que não aconteceu na Bobst 924 havendo um decréscimo do MTBF devido a problemas na matéria prima. Numa visão geral é possível afirmar que houve melhorias neste indicador. Por sua vez o número de avarias também diminuiu como é possível ver na Tabela 7.

Tabela 7 - Número de avarias de Janeiro a Maio

Máquina	Número de avarias				
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
Casemaker	23	31	16	13	5
Bobst 924	23	17	23	38	23
VG II	23	30	32	14	9
Genco 1	11	14	11	10	7
Genco 2	20	25	20	11	4
Gopfert	15	17	19	6	9
Bobst 1	44	11	17	15	3
Bobst 2	36	16	18	13	11
Cl Press	3	4	1	2	1
Gandossi	14	13	6	1	2
Revicart	28	31	28	35	13

3.5.2 Relatório de Final de Turno

Após a criação do relatório de final de turno automático foi possível à empresa obter ganhos de tempo produtivo em cada turno por parte do chefe de turno de aproximadamente trinta minutos.

Sendo que a empresa trabalha a três turnos diários, cinco dias por semana, é possível calcular os ganhos mensais com esta melhoria. Para isso, serão apresentados na Tabela 8 todos os dados necessários para o cálculo.

Tabela 8 - Dados para cálculo de ganhos mensais

Número de turnos diários (8h)	3
Número de dias de trabalho semanais	5
Média de semanas por mês	4,33
Ganho com a melhoria	30 min/turno

Com os dados da Tabela 7 é possível, usando a Equação 7, calcular o número de turnos mensais.

$$\text{Número de turnos mensais} = 3 \times 5 \times 4,33 = 64,95 \text{ Turnos/mês} \quad (7)$$

Com 64.95 turnos/mês e sabendo que o ganho com a melhoria por turno é de trinta minutos podemos finalmente calcular o ganho pela Equação 8.

$$\text{Minutos Ganhos por mês} = 64,95 \times 30 = 1948,5 \text{ minutos/mês} \quad (8)$$

Os ganhos para a empresa foram de 1948,5 minutos/mês, que equivale a 32,5 horas/mês, que por sua vez correspondem a aproximadamente 4 turnos/mês completos.

Esta melhoria teve um impacto bastante positivo junto dos chefes de turno pois possibilitou uma realização do relatório de forma rápida, sem erros e sem esforço. Assim, cada um consegue poupar mensalmente 10,8 horas/mês.

3.5.3 Melhoria na gestão visual

Com esta melhoria os ganhos foram sentidos em praticamente todos os indicadores. Na Tabela 9 serão apresentados todos os indicadores analisados.

Tabela 9 - Indicadores contracoladora folha a folha

Contracoladora Folha a Folha						
Indicador	Objetivo	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior
Aproveitamento	75	61.4	54	51.4	68.5	78.1
Velocidade tiro	2000	1829	1596	1475	1999	2159
Velocidade média	1600	1310	1160	1101	1466	1650
Tempo de Setup	11	17.6	17.6	20	13.9	10.1
Inatividade	16	18.6	19.4	15.8	17.2	17.1

A implementação desta melhoria foi realizada ao longo mês de março. Como é possível observar na Tabela 9, este mês é o que apresenta resultados mais insatisfatórios, sendo que a partir daí a tendência foi para melhorar. Em maio, conseguiu-se atingir o valor objetivo em todos os indicadores exceto na inatividade.

Ao nível de produção, os ganhos serão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Dados relativos à produção da contracoladora folha a folha

Contracoladora Folha a Folha					
Produção	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
Mudanças de Encomenda	59	70	64	79	30
Quantidade média por encomenda	4044	4326	3849	4121	4622
Tempo médio por encomenda (horas)	3:05:14	3:43:38	3:29:37	2:26:26	2:48:00
Média de mudanças de encomenda por turno	2.6	2.1	2.3	3.3	2.9

Como é possível ver na Tabela 10 após o mês de março a quantidade média por encomenda aumentou, conseguindo reduzir o tempo médio por encomenda em uma hora e aumentar o número médio de encomendas por turno.

3.5.4 Tratamento de dados e análise de paragens

A criação de um ficheiro organizado para tratamento de dados e análise de paragens não trouxe ganhos tão diretos como as implementações anteriores. A sua principal vantagem foi a apresentação dos resultados através de gráficos que possibilitam uma rápida análise visual.

Após a criação destes dois documentos houve necessidade realização de reuniões semanais com os chefes de turno e diretor de produção e manutenção para discussão e análise de indicadores de desempenho e paragens, de modo a atingir os objetivos propostos pela empresa.

Com estes documentos também foi possível apresentar os resultados semanais e mensais a todos os colaboradores, afixando os gráficos em zonas comuns e na máquina correspondente, bem como a criação de uma sala de controlo onde se encontram disponíveis todos estes gráficos afixados.

CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são descritas as conclusões relativas ao projeto apresentado e apresentam-se propostas de trabalho futuras.

4.1 CONCLUSÕES

De uma forma geral, considera-se que todos os objetivos inicialmente propostos foram cumpridos, com principal foco na criação de planos de manutenção preventiva.

Ao longo deste projeto, através da criação de planos de manutenção preventiva foi possível melhorar indicadores de desempenho, como é o caso do MTBF, bem como reduzir o número de avarias em 40%.

A partir da elaboração de um relatório de final de turno automático, conseguiu-se poupar tempo que anteriormente não era tido em conta, aproximadamente 11 horas/chefe de turno, e eliminaram-se erros frequentes inerentes ao processo. Note-se que este não era um objetivo inicial, mas sim um projeto de vontade pessoal do autor.

Na melhoria da gestão visual da contracoladora folha a folha obteve-se ganhos em todos os indicadores analisados, sendo que foi possível aumentar a quantidade média por encomenda em aproximadamente 10%, baixando o tempo médio por encomenda em uma hora.

Com a criação, padronização de documentos de análise e tratamento de dados estatísticos e produtivos foi possível não só um melhor controlo de todos os indicadores de desempenho, como também a identificação dos turnos mais críticos. Quanto à análise das paragens, foi detetado que o maior foco teria de ser a eliminação de defeitos na matéria prima, pois conclui-se que era um dos maiores motivos de paragem em praticamente todas as máquinas.

Na Tabela 11, pode-se observar o ponto final dos objetivos inicialmente traçados, o resultado dessas implementações e o estado em que se encontram.

Tabela 11 - Análise dos objetivos propostos

Objetivo	Resultado	Estado
Criação e desenvolvimento de planos de manutenção preventiva	A empresa encontra-se satisfeita com o trabalho desenvolvido, utilizando diariamente toda a documentação criada	Concluído ✓
Automatização dos relatórios de final de turno		Concluído ✓
Melhoria na gestão visual		Concluído ✓
Tratamento de dados		Concluído ✓
Análise de paragens		Concluído ✓

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Com base neste projeto existem algumas propostas de melhoria para o futuro. Seguidamente, serão apresentadas algumas que visam aproveitar todos os recursos disponíveis na empresa.

No decorrer deste projeto, após a criação de planos de manutenção, um dos objetivos da empresa é a utilização total do software de manutenção, MAXIMO, onde estariam alimentadas todas as tarefas de manutenção preventiva de todas as máquinas com as periodicidades corretas, gerando os planos de manutenção diariamente e automáticos.

Outra das propostas de melhoria é a hiperligação dos documentos criados, tanto para tratamento de dados, análise de paragens e relatórios de final de turno, com o software de auxílio à produção.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Andrade, R. N., & Catarina, S. (2019). *Total productive maintenance numa linha de pintura UV na indústria moveleira Total productive maintenance in a UV painting line in the move industry*. 144–166. <https://doi.org/10.14521/10.14521/P2237-5163.2019.0019.0007>
- Aqlan, F., & Al-Fandi, L. (2018). Prioritizing process improvement initiatives in manufacturing environments. *International Journal of Production Economics*, 196(December 2017), 261–268. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.12.004>
- Araujo, M. A. de. (2009). *Administração de produção e Operações - Uma Abordagem Prática*. Brasport.
- British Standards Institution. (2007). *Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators: BS EN 15341:2007*. 3, 32.
- Costa, C., Pinto Ferreira, L., C. Sa, J., & Silva, F. J. G. (2018). *Implementation of 5S Methodology in a Metalworking Company*. 001–012. <https://doi.org/10.2507/daaam.scibook.2018.01>
- Díaz-Reza, J. R., García-Alcaraz, J. L., & Martínez-Loya, V. (2019). Impact Analysis of Total Productive Maintenance. *Impact Analysis of Total Productive Maintenance*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-01725-5>
- Farnsworth, M., Bell, C., Khan, S., & Tomiyama, T. (2015). *Autonomous Maintenance for Through-Life Engineering*. *January 2015*, 395–419. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12111-6_23
- Ferreira, C. W. T., & Leite, J. C. (2016). Applied autonomous maintenance in the improvement of production quality: a case study. *ITEGAM- Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications (ITEGAM-JETIA)*, 2. <https://doi.org/10.5935/2447-0228.20160026>
- Filip, F. C., & Marascu-Klein, V. (2015). The 5S lean method as a tool of industrial management performances. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 95(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/95/1/012127>
- Garg, H., Sehgal, K., Lamba, R., Kajal, G., Sharma, B. P., Rao, G. S., & Vates, U. K. (2019). A Systematic Review: Effect of TIG and A-TIG Welding on Austenitic Stainless Steel BT - Advances in Industrial and Production Engineering. In *Advances in Industrial and Production Engineering*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-6412-9>
- Gomes, M. C., Costa, T. F., & Andrade, P. C. de R. (2019). *Análise do processo de manutenção em uma metalúrgica*.
- Guariente, P., Antonioli, I., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia*

- Manufacturing, 13, 1128–1134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>
- James P. Womack, & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking - Banish waste and create weath in your corporation*. FreePress.
- Kardec, A., & Nascif, J. (2001). Manutenção - Função Estratégica. In *Manutenção – Função Estratégic*. QualityMark.
- Kurpjuweit, S., Reinerth, D., Schmidt, C. G., & Wagner, S. M. (2019). Implementing visual management for continuous improvement: barriers, success factors and best practices. *International Journal of Production Research*, 57(17), 5574–5588. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1553315>
- Liff, S., & Posey, P. A. (2004). *Seeing is Believing - How the new art of visual management can boost performance throughout your organization*. Amacom.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Mc Graw Hill.
- Manihalla, P. P., Gopal, R. C., Rao, S. T., & Javaraiah, R. M. (2019). A survey on factors affecting total productive maintenance (TPM) in service industries. *AIP Conference Proceedings*, 2080(March). <https://doi.org/10.1063/1.5092940>
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: What lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6 A), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Mezher, A. A., & Amel Abed Mohammed, A. (2020). Determining the efficiency of maintenance programs using performance indicators: Case study in electric cables and wires factory. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 11(3), 278–300.
- Moreira, A., Silva, F. J. G., Correia, A. I., Pereira, T., Ferreira, L. P., & De Almeida, F. (2018). Cost reduction and quality improvements in the printing industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 623–630. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.107>
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2013). A framework for lean manufacturing implementation. *Production and Manufacturing Research*, 1(1), 44–64. <https://doi.org/10.1080/21693277.2013.862159>
- Mourtzis, D., Papathanasiou, P., & Fotia, S. (2016). Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry. *Procedia CIRP*, 50, 198–203. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.097>
- Nakamori, T., Takahashi, K., Han, B. T., & McIver, D. (2019). Understanding KAIZEN practice in Japanese overseas manufacturing: A framework. *International Journal of Knowledge Management Studies*, 10(3), 271–298. <https://doi.org/10.1504/IJKMS.2019.101481>
- Ohno, T. (1997). O Sistema Toyota de Produção. In *UnicenP* (p. 748). <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Administra??o+da+Produ??o:+opera??es+industriais+e+de+servi?os#0>
- Pačaiová, H., & Ižáříková, G. (2019). Base principles and practices for implementation of total productive maintenance in automotive industry. *Quality Innovation*

Prosperity, 23(1), 45–59. <https://doi.org/10.12776/QIP.V23I1.1203>

- Paladugu, B. S. K., & Grau, D. (2019). Toyota Production System – Monitoring Construction Work Progress With Lean Principles. In *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering* (Issue 6). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803581-8.11512-7>
- Pinto, J. P. (2009). Introdução ao pensamento lean. *Pensamento Lean - A Filosofia Das Organizações Vencedoras*.
- Rodrigues, M. V. (2014). Sistema de Produção Lean Manufacturing - Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo. In *Elsevier Editora*.
- Santos, J. I., Johann, P., Neto, P., & Carvalho, C. P. De. (2019). PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MANUTENÇÃO : UMA PROPOSTA PARA O PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE UMA UNIDADE HIDRÁULICA UTILIZADA EM TESTES. 20–38.
- Santos, T., Silva, F. J. G., Ramos, S. F., Campilho, R. D. S. G., & Ferreira, L. P. (2019). Asset priority setting for maintenance management in the food industry. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1623–1633. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.122>
- Soltan, H., & Mostafa, S. (2015). Lean and Agile Performance Framework for Manufacturing Enterprises. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 476–484. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.082>
- Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia Manufacturing*, 17, 611–622. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.103>
- Titu, M. A., Oprean, C., & Grecu, D. (2010). Applying the KAIZEN method and the 5S technique in the activity of post-sale services in the KNOWLEDGE-based organization. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2010, IMECS 2010, III*, 1863–1867.
- Vilkas, M., Koreckaja, I., Katiliūtė, E., & Bagdonienė, D. (2015). Adoption of Lean Production: Preliminary Evidence from Lithuania. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 213, 884–889. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.500>
- Wardhani, R. P. (2019). Implementation of Total Productive Maintenance To Achieve Sustainable Improvement. *Mecha Jurnal Teknik Mesin*, 1(2), 1–6. <https://doi.org/10.35439/mecha.v1i2.4>
- Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing*. Mc Graw Hill.

ANEXOS

- 6.1 ANEXO A
- 6.2 ANEXO B

6 ANEXOS

6.1 ANEXO A – Calendário anual de paragens semanais

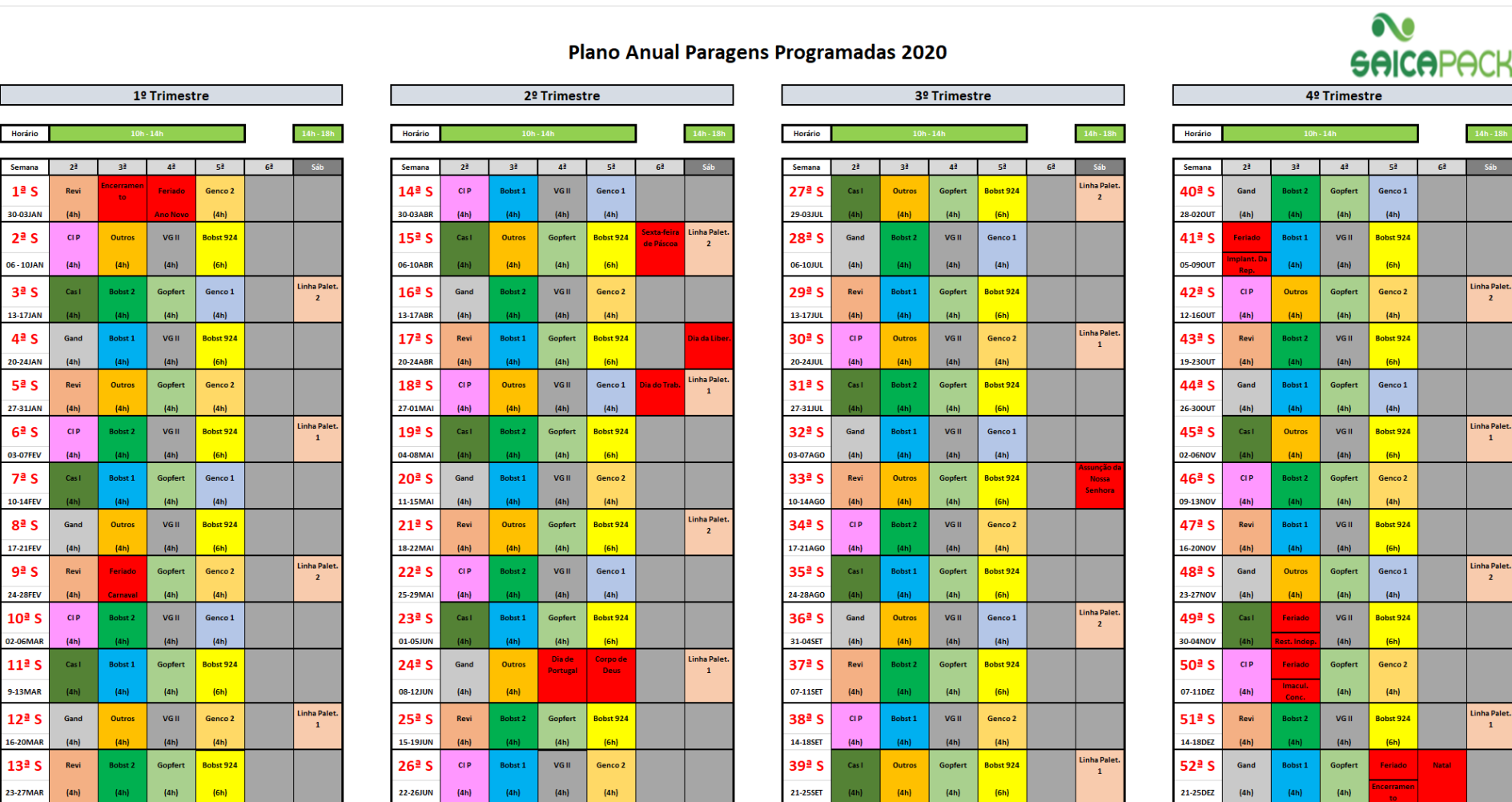


Figura 24 - Calendário anual de paragens semanais

6.2 ANEXO B – Melhoria na gestão visual

Ver páginas seguintes.



A3 number: 2 –Programa 5S – CC FF
A3 supervisor: Ricardo Pereira

A3 Team Leader: Raquel Silva (CIM)
Team members: Filipe Martins (Manutenção)/João Azevedo (estágio produção)

Date & Duration
 Março/Abril (4 semanas)

1 - Problem description	Nº	5- Action Plan	Who	When	Status																			
Organização e limpeza da área da contra coladora folha a folha fora do standard pretendido. Falta de regras e ajudas visuais para equipas operarem de igual forma.	1	Sessões no terreno para levantamento de problemas	RP/RS/FM/JA	4;11; 17 março	PDCA																			
	2	Definição de regras (posições, limites máximos, etc)	RS/FM	21; 28 abril	PDCA																			
	3	Redefinição do layout	RS/JA/FM	21 abril	PDCA																			
	4	Gestão visual – identificação de elementos	RS/JA/FM	17 março / 21 abril	PDCA																			
2 - Current situation (supported by data) Fotos colocadas no slide Nº2.	5	Criação de ferramentas para auxilio da produção.	RS/RP	23 março	PDCA																			
	6	Organização da zona de folhas de cartolina em stock. Criação de regra.	RS/FM/JA	4 março	PDCA																			
	7	Apresentação da área a todos os colaboradores	RP / RS	Abril	PDCA																			
	8	Auditoria a cada turno	RP / RS	Abril	PDCA																			
	9	Formação 5S às equipas	MO/RS/SL	1/2-28/-2	PDCA																			
6 – Improvement follow up (supported by data)																								
Fotos colocadas no slide Nº 3 e 4.																								
3 – Future Situation/ Objective																								
Garantir que as equipas de produção têm todos os meios necessários para cumprirem standards definidos e operarem de uma forma segura, limpa e organizada.																								
4- Root cause Analysis																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:33%;">Medição</td> <td style="width:33%;">Método</td> <td style="width:33%;">Máquina</td> <td rowspan="2" style="width:10%; text-align: center; vertical-align: middle;">5'S</td> </tr> <tr> <td>Falta definição de quantidades máximas. Falta de regras de organização.</td> <td>Material a mais e sem utilização.</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"> </td> </tr> <tr> <td>Material</td> <td>layout</td> <td>Operação / Equipas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ferramentas elaboradas pelas equipas.</td> <td>Falta definir novas marcações. Falta avivar marcações antigas. Falta definir zona livre para retirar paletes de cartolina de stock.</td> <td>Falta de formação de 5s (novos colaboradores)</td> <td></td> </tr> </table>						Medição	Método	Máquina	5'S	Falta definição de quantidades máximas. Falta de regras de organização.	Material a mais e sem utilização.						Material	layout	Operação / Equipas		Ferramentas elaboradas pelas equipas.	Falta definir novas marcações. Falta avivar marcações antigas. Falta definir zona livre para retirar paletes de cartolina de stock.	Falta de formação de 5s (novos colaboradores)	
Medição	Método	Máquina	5'S																					
Falta definição de quantidades máximas. Falta de regras de organização.	Material a mais e sem utilização.																							
Material	layout	Operação / Equipas																						
Ferramentas elaboradas pelas equipas.	Falta definir novas marcações. Falta avivar marcações antigas. Falta definir zona livre para retirar paletes de cartolina de stock.	Falta de formação de 5s (novos colaboradores)																						
7 – Standardisation and Key learnings																								
5S muito importante para garantir standardização e facilitar auditorias ao processo. Visitas ao gemba diariamente, observação/análise do método de trabalho das equipas verificar como deixam a máquina no final do turno. Desta forma é mais fácil identificar desvios no cumprimento desta organização.																								

2 - Current situation (supported by data)



Zona de stock de folhas de cartolina.
Desorganizada, sem marcação e sem regras definidas.



Paletes na saída sem
delimitação de altura máxima.



“Ferramentas criadas pelos
operadores”

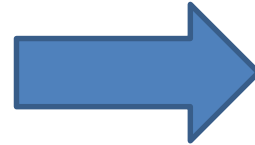


Zona de materiais (paletes vazias, folhas de
cartolina, desperdício...) sem delimitação e
organização.

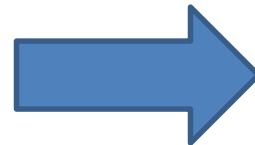


Zona das placas de amostras desorganizada
e com peças da máquina, dentro dos
suportes.

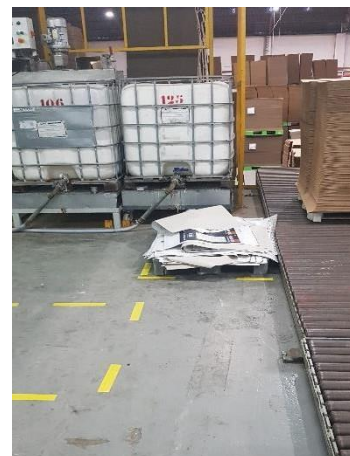
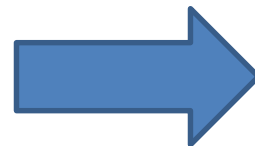
6 – Improvement follow up (supported by data)



Criação de regra para número mínimo de folhas em stock.
Delimitação no espaço de zona segura para retirar/colocar o material.

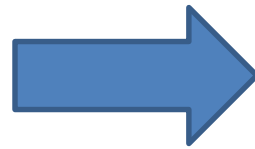


Criação de espaço para cada tipologia de material, assim como definição de altura máxima de paletes vazias na entrada.

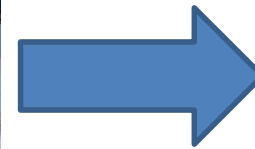


Marcação no piso dos materiais.

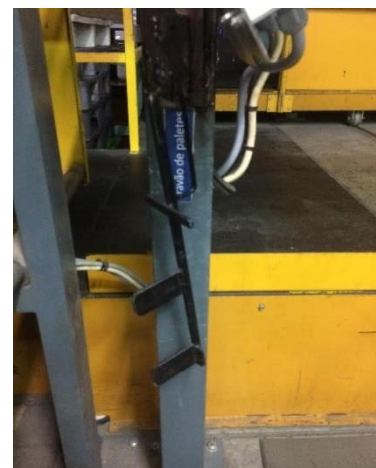
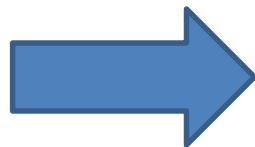
6 – Improvement follow up (supported by data)



Delimitação do número máximo de paletes, para serem recolhidas e enviadas para a conversão.
Definição de novas marcações no piso.



Delimitação de zona única de amostras, e criação de regra para manter o local organizado.



Criação de novas ferramentas adaptadas às necessidades das equipas.