



Universidade de Aveiro

Ano 2021

**GONÇALO
DE FONTES
PEREIRA**

**IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA TPM
NA SOCIEDADE TRANSFORMADORA DE
PAPEIS VOUGA COM RECURSO AO
*MANWINWIN***



Universidade de Aveiro

Ano 2021

**GONÇALO
DE FONTES
PEREIRA**

***IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA
TPM NA SOCIEDADE
TRANSFORMADORA DE PAPEIS VOUGA
COM RECURSO AO MANWINWIN***

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial realizada sob a orientação científica do Mestre Miguel Oliveira, Professor Assistente Convidado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho a toda a minha família e amigos, em especial aos meus pais por todo o apoio que me deram ao longo de todo o meu percurso.

o júri

Presidente

Doutora Leonor da Conceição Teixeira

Professora Associada, Universidade de Aveiro

Vogais

Doutor Radu Godina

Professor Auxiliar Convidado, Universidade Nova de Lisboa –
Faculdade de Ciências e Tecnologia

Mestre Miguel da Silva Oliveira (Orientador)

Assistente Convidado, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à Sociedade Transformadora de Papeis Vouga Lda por toda a confiança depositada em mim, e por me ter dado a oportunidade em realizar o meu estágio curricular, contribuindo significativamente para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Um agradecimento especial ao Engenheiro José Carlos e ao Engenheiro Bruno por todo o acompanhamento diário, disponibilidade, paciência e partilha durante estes 8 meses.

A todos os colaboradores da Sociedade Transformadora de Papeis Vouga Lda, em particular aos do departamento de manutenção pela forma positiva como me acolheram e por terem tido um papel importante na minha integração na empresa.

Ao meu orientador na Universidade de Aveiro, o professor Miguel Oliveira, pela orientação prestada, pelo seu encorajamento, pela disponibilidade em visitar a empresa e apoio que sempre demonstrou.

Desejo do mesmo modo agradecer a todos os meus colegas do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial na Universidade de Aveiro, especialmente ao Marco Reis, Nuno Costa, João Pedro, Mário Oliveira e Rui Sousa, cujo apoio e amizade nunca faltou ao longo de todos estes anos.

Não poderia deixar de agradecer à minha namorada e família por estarem sempre do meu lado, pelo esforço e sacrifícios que sempre tiveram comigo e que me permitiu chegar até aqui.

palavras-chave

CMMS, TPM, Produção Autônoma, OEE, Máquinas de Transformação

resumo

O presente projeto foi desenvolvido na Sociedade Transformadora Papeis Vouga Lda tendo como objetivos a implementação de um *software* computadorizado de gestão de manutenção e o aumento da disponibilidade das máquinas de transformação através da metodologia TPM, com principal destaque o pilar da Manutenção Autónoma e contando com o suporte de algumas ferramentas *Lean*.

Numa fase primária do projeto, foi fundamental compreender os processos produtivos, analisar toda a documentação relacionada com a manutenção da empresa e estudar a teoria referente à indústria do cartão canelado.

Posteriormente, iniciou-se a parametrização de um *software* computadorizado de gestão de manutenção, *ManWinWin*, que já tinha sido adquirido pela empresa, contudo, até então não tinha sido utilizado.

Paralelamente ao que foi mencionado, procedeu-se à recolha dos dados de todas as avarias existentes no ano 2020 nas linhas de transformação de forma a calcular diversos indicadores de manutenção, entre os quais o OEE. Os resultados revelaram a necessidade de melhoria do OEE. Para atingir este objetivo, foram elaboradas *checklists* semanais de tarefas de manutenção a serem realizadas pelos operadores. Consequentemente, formaram-se os operadores para estes realizarem as tarefas que constavam das *checklists*. No que diz respeito às ferramentas *Lean* utilizadas como suporte ao TPM recorreu-se aos 5S's.

keywords

CMMS, TPM, Autonomous Production, OEE, Transformation Machines

abstract

This project was developed at Sociedade Transformadora de Papeis Vouga Lda with the objective of implementing a computerized maintenance management software and increasing the ability of transformation machines through the TPM methodology, with the main emphasis on the pillar of Autonomous Maintenance and counting on the support of some Lean tools.

The project's first step was the collection of data on all existing breakdowns in the year 2020 in the transformation lines in order to calculate various maintenance indicators, including the OEE. The results revealed the need to improve the OEE. To achieve this goal, weekly checklists of maintenance tasks to be performed by operators were elaborated. The next step was to train operators to carry out the tasks listed on the checklists. With the implementation of the TPM, maintenance technicians were less overloaded, it was easier to detect malfunctions and there was an increase in the responsibility of maintenance technicians for their equipment. Regarding the Lean tools used to support the TPM, they resorted to the 5S's.

Parallel to all that was mentioned, a computerized maintenance management software was parameterized, ManWinWin, which had already been acquired by the company, but until then had not been used.

Índice

1. Introdução	21
1.1. Motivação e Contextualização	21
1.2. Objetivos	22
1.3. Metodologia	22
1.4. Estrutura do Documento	23
2. Enquadramento teórico	25
2.1. Manutenção Industrial	25
2.1.1. Evolução da Manutenção	25
2.1.2. Manutenção: Conceitos e Objetivos	25
2.1.3. Tipos de Manutenção	26
2.1.3.1. Manutenção Corretiva	26
2.1.3.2. Manutenção Preventiva	27
2.2. Indicadores de Desempenho	28
2.2.1. Mean Time Between Failures – MTBF	29
2.2.2. Mean Time to Repair - MTTR	29
2.2.3. Disponibilidade	29
2.3. Total Productive Maintenance (TPM)	30
2.3.1. Oito Pilares do TPM	30
2.3.1.1. 5S's	31
2.3.1.2. Manutenção Autónoma (Jitshu Hozen)	32
2.3.1.3. Manutenção Planeada	33
2.3.1.4. Manutenção da Qualidade	33
2.3.1.5. Melhorias Focadas no Equipamento (Kobetsu Kaizen)	33
2.3.1.6. Formação e Treino	34
2.3.1.7. Segurança, Saúde e Ambiente	34
2.3.1.8. TPM Administrativo	34
2.3.2. Gestão Inicial do Equipamento	34

2.3.3.	Overall Equipment Effectiveness (OEE).....	35
2.3.4.	Diagrama de Pareto	36
2.3.5.	Seis Grandes Perdas	37
2.4.	Computerized Maintenance Management System (CMMS)	38
2.5.	Business Process (BP)	40
2.5.1.	Business Process Management (BPM)	40
2.5.2.	Business Process Management and Notation (BPMN).....	40
3.	Apresentação da Empresa	41
3.1.	Sociedade Transformadora de Papeis Vouga	41
3.2.	Estrutura Organizacional da Empresa.....	43
3.3.	Missão, Visão e Valores	44
3.3.1.	Missão.....	44
3.3.2.	Visão	44
3.3.3.	Valores	44
3.4.	Certificações.....	45
3.5.	Descrição das Atividades Desenvolvidas na Empresa.....	45
3.5.1.	Produção de Papel Reciclado	45
3.5.1.1.	Tratamento e Circulação de Águas do Setor do Papel	49
3.5.1.2.	Produção de Cartão Canelado em Prancha e Simples Face em Bobine .	49
3.5.1.3.	Produção de Embalagens de Cartão Canelado e Planos	52
3.5.2.	Processos Auxiliares.....	54
3.5.2.1.	Processo de Fabrico de Cola para a Caneladora	54
3.5.2.2.	Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais - ETARI	54
3.6.	Manutenção na Sociedade Transformadora de Papeis Vouga Lda	55
3.6.1.	Manutenção Preventiva na Papeis Vouga	56
3.6.2.	Manutenção Corretiva na Papeis Vouga	57
3.7.	TPM na Papeis Vouga	58
3.7.1.	Manutenção Autónoma na Papeis Vouga	59
3.8.	Registo e Gestão da Informação	60

4. Projeto Prático	62
4.1. Análise da Situação Inicial.....	62
4.1.1. Equipamentos.....	62
4.1.2. Indicador OEE	63
4.1.2.1. Causas de Paragens	65
4.1.3. Equipamentos Mais Penalizantes	68
4.1.4. Indicadores de Desempenho da Manutenção	69
4.1.4.1. Fiabilidade	69
4.1.4.2. Manutabilidade	70
4.1.4.3. Disponibilidade	72
4.2. Implementação de Melhorias	72
4.2.1. Registo e Gestão de Informação.....	73
4.2.1.1. Parametrização da Organização Funcional.....	74
4.2.1.2. Parametrização da Intervenção Técnica	76
4.2.1.3. Registo dos Objetos/Equipamentos.....	77
4.2.1.4. Registo dos Artigos de Manutenção	79
4.2.1.5. Criação de um Plano de Manutenção de um Objeto de Manutenção ...	80
4.2.1.5.1. Criação de OT's	80
4.2.2. Implementação da Metodologia TPM.....	83
4.2.2.1. 5S's.....	83
4.2.2.1.1. Seiri (Triar).....	84
4.2.2.1.2. Seiton (Organizar)	86
4.2.2.1.3. Seiso (Limpar)	87
4.2.2.1.4. Seiketsu (Normalizar/Padronizar)	88
4.2.2.1.5. Shitsuke (Sustentar)	89
4.2.3. Elaboração da Estrutura de uma <i>Checklist</i> Semanal e dos Manuais de Manutenção Autónoma	90
4.2.3.1. Formação dos Operadores	92
5. Resultados.....	94

6. Conclusão e Trabalhos Futuros	97
6.1. Conclusão.....	97
6.2. Trabalhos Futuros.....	98
7. Referências	102
8. Anexos	75

Índice de Figuras

Figura 1 - Exemplo de Diagrama de Pareto	37
Figura 2 - Vista aérea da empresa Fonte: Papeis Vouga, 2011.	41
Figura 3 – Investimentos de 2016 a 2020	42
Figura 4 - Processo produtivo	43
Figura 5 - Estrutura organizacional da empresa	44
Figura 6 - Processo fabrico de papel reciclado.....	48
Figura 7 - Produção de catão canelado em prancha e simples face em bobine	50
Figura 8 – Processo de paletização.....	51
Figura 9 - Produção de embalagens de cartão canelado e planos.....	53
Figura 10 – Processo de fabrico de cola para a caneladora	54
Figura 11 – Processo ETARI	55
Figura 12 -Diagrama BPMN manutenção corretiva	58
Figura 13 - Valor OEE mensal	64
Figura 14 - Percentagem causas de paragem.....	66
Figura 15 - Pareto paragens	67
Figura 16 - Frequência de paragem	68
Figura 17 - Tempo de avaria de cada equipamento	68
Figura 18 - MTBF em 2020	70
Figura 19 - MTTR 2020.....	71
Figura 20 - Disponibilidades 2020	72
Figura 21- Grupos definidos.....	75
Figura 22 - Definição tipo de objeto	76
Figura 23 – Organograma	76
Figura 24 - Associação de funcionários.....	77
Figura 25 – Fornecedores	77
Figura 26 – Parque de objetos	78

Figura 27 - Árvore de objetos.....	78
Figura 28 - Estrutura para registo dos artigos.....	79
Figura 29 - Menu de materiais	79
Figura 30 - Associação de artigos	80
Figura 31 - Criação automática de OT's	81
Figura 32 - Calendário OT's	82
Figura 33 - Registo OT's	83
Figura 34 - Estado inicial	84
Figura 35 - Situação após triagem	85
Figura 36 - Área provisória colocação de material	86
Figura 37 – <i>Toolboard</i>	86
Figura 38 - Fixação dos suportes	87
Figura 39 - Envernização da <i>toolboard</i>	87
Figura 40 - Resultado final do <i>dashboard</i>	88
Figura 41 - Antes e após a implementação de 5S's nos bidões	89
Figura 42 - Antes e após 5S's nas prateleiras	90
Figura 43 - Comparação do OEE do ano de 2020 com o mês de abril a 5 de junho de 2021.....	96
Figura 44 - Auditoria Interna 5S	81

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Lista Europeia de Resíduo	45
Tabela 2 - Lista de equipamentos.....	63
Tabela 3 - Áreas Fabris.....	75
Tabela 4 - Lista de materiais necessários.....	85
Tabela 5 - Cabeçalho Checklist.....	91
Tabela 6 - Manuais de manutenção autónoma	92
Tabela 7 - Comparação da média dos indicadores do ano de 2020 com o mês de abril a 5 de junho de 2021	95
Tabela 8 - Plano de Manutenção Autónoma - Troqueladora	75
Tabela 9 - Plano de Manutenção Autónoma - Slotter	77
Tabela 10 - Plano de Manutenção Autónoma - Agrafadeira/ Coladadeira	78
Tabela 11 - Plano de Manutenção Autónoma - <i>Casemaker</i>	79

Lista de Acrónimos e Siglas

BP – *Business Process*

BPM – *Business Process Management*

BPMN – *Business Process Management Notation*

CMMS - *Computerized Maintenance Management System*

JIPE – *Japanese Institute of Plant Engineers*

JIPM – *Japan Institute of Plant Maintenance*

KPI's - *Key Performance Indicators*

MTBF – *Mean Time between Failures*

MTTR – *Mean Time to Repair*

OEE - *Overall Equipment Effectiveness*

SMED – *Single Minute Exchange of Dies*

TPM – *Total Productive Maintenance*

1. Introdução

O primeiro capítulo tem como objetivo enquadrar o trabalho desenvolvido na Sociedade Transformadora de Papeis Vouga, Lda. Primeiramente, são mencionadas as principais motivações deste projeto, de seguida os objetivos, a metodologia a utilizar para a realização do mesmo e, por fim, é apresentada a estrutura que o documento irá exibir.

1.1. Motivação e Contextualização

Devido à grande procura do mercado, a indústria tem sido pressionada a desenvolver e adotar novas tecnologias e técnicas de produção, bem como procedimentos de gestão, sem espaço para falhas ou desperdícios. Diante desse cenário, e para sobreviverem neste ambiente competitivo, as empresas devem aprimorar sempre que possível e de forma contínua as suas atividades (Azizi, 2015). Essa procura, invariavelmente, afeta o setor de manutenção que, juntamente com a produção, deve realizar as suas atividades de forma que estas não interfiram no decorrer do processo produtivo (Mwanza & Mbohwa, 2015). Para tal, devem ser elaboradas estratégias de manutenção de forma que possíveis avarias no equipamento sejam reduzidas ao mínimo (Guariente et al., 2017).

Neste contexto, muitas empresas têm recorrido ao uso de técnicas de melhoria provenientes da filosofia *Lean* para reduzir desperdícios e eliminar atividades que não agregam valor ao processo. Derivado da filosofia *Lean*, uma das ferramentas utilizadas nos processos de manutenção é o TPM (*Total Productive Maintenance* ou Manutenção Produtiva Total), que consiste num conjunto de técnicas que abordam a melhoria/otimização dos processos de manutenção. Quando implementado, resulta na redução de desperdícios e no aumento significativo da produtividade para a empresa envolvida (Guariente et al., 2017). Dos oito pilares que constituem o TPM, a manutenção autónoma é um dos que mais se destaca e que está no cerne do próprio TPM (Chan et al., 2005).

A Sociedade Transformadora Papeis Vouga dedica-se à produção de bobines de papel reciclado, cartão canelado e embalagens de cartão canelado. No momento, a Papeis Vouga tem investido na reorganização da área produtiva com o objetivo de ajustar o seu modelo produtivo ao mercado cada vez mais exigente e competitivo, adotando uma filosofia de gestão *Lean*. Resultado desta reestruturação, surge a obrigatoriedade de melhorar os processos de manutenção.

1.2. Objetivos

O primeiro objetivo deste trabalho visa padronizar os serviços de manutenção, tendo para o efeito o programa de gestão de manutenção, *ManWinWin*. Para isso e com o auxílio do CMMS anteriormente mencionado espera-se a criação e codificação de todos os equipamentos sujeitos a manutenção e registo (caso tenham), dos seus planos de manutenção preventiva, a implementação e integração no *software* do pedido de manutenção para ações de manutenção corretiva e a criação de um histórico de intervenções.

Depois de terminado o primeiro objetivo, o segundo propósito deste trabalho é averiguar o presente estado da manutenção na Papeis Vouga e, tendo em conta todo o estudo realizado, desenvolver sugestões de melhoria, particularmente através da implementação da filosofia TPM, destacando principalmente o pilar da manutenção autónoma e o da segurança, saúde e ambiente.

A realização do segundo objetivo será conseguida através do seu desdobramento nos seguintes objetivos secundários:

- Promover a filosofia TPM em todos os funcionários da Papeis Vouga, desde operadores de chão de fábrica até à gestão de topo;
- Fomentar o papel que os operadores têm no sucesso desta metodologia, nomeadamente na manutenção dos equipamentos;
- Aprimorar as competências técnicas de todos os envolvidos nas atividades de manutenção dos equipamentos;
- Diminuir o número de paragens das máquinas de transformação e custos associados;
- Aumentar o MTBF e diminuir o MTTR;
- Aumentar a disponibilidade das máquinas de transformação,

1.3. Metodologia

A metodologia utilizada neste relatório denomina-se de investigação-ação. O termo investigação-ação ("*action research*") apareceu pela primeira vez, no ano de 1944, com Kurt Lewin. Os seus primeiros trabalhos, neste contexto, estão relacionados com os problemas sociais da comunidade americana (hábitos alimentares, situações de discriminação de minorias, produção fabril e relações inter-grupos) (Khanlou & Peter, 2005). A investigação ação envolve um processo cíclico semelhante a uma espiral de etapas. Existem muitas maneiras de organizar o processo cíclico da investigação ação (Khanlou & Peter, 2005). De acordo com (Khanlou & Peter, 2005), cada círculo consiste na formulação de um plano de ação (planeamento), implementação do plano (ação) e recolha de dados sobre os resultados do plano (avaliação), a fim de resolver problemas e criar conhecimento simultaneamente. Com

base na avaliação, o plano é reformulado e um novo plano é implementado e, portanto, outro ciclo começa.

Dessa forma, e tendo em conta a metodologia investigação-ação numa primeira etapa deste projeto, analisou-se a situação atual de forma a compreender o contexto organizacional da empresa e o modo de atuar, bem como as atividades do departamento da manutenção. Simultaneamente, foram recolhidos dados e informações para proceder ao diagnóstico da situação atual, detetar os problemas principais e determinar as ações a desenvolver para os solucionar. Posteriormente, e em conjunto com o responsável pela manutenção da Papeis Vouga foram discutidas as ações identificadas na etapa anterior, de modo a avaliar a sua exequibilidade e efetuar o planeamento das ações a desenvolver (fase de planeamento). Por último, resta compreender qual é o proveito das ações a implementar e de que maneira contribuem para o aumento do desempenho do departamento da manutenção (fase de avaliação).

1.4. Estrutura do Documento

O presente relatório de estágio encontra-se organizado em seis capítulos. No primeiro capítulo, referente à Introdução, é explicada a contextualização do problema, os objetivos que se pretendem atingir, a metodologia de investigação adotada e, por último, a forma como está estruturado e organizado o relatório de estágio.

No segundo capítulo, é efetuada uma revisão bibliográfica sobre o tema, onde são abordados conceitos como a definição de manutenção, a sua evolução histórica e os tipos de manutenção que existem. Para além disso, discute-se também alguns tópicos relativos à avaliação do desempenho da manutenção, a metodologia TPM e os pilares que a sustentam sendo que, por fim, aborda-se o CMMS (*Computerized Maintenance Management System*) assim como a metodologia de Mapeamento de Gestão de Negócios (BPM), auxiliada pela notação *Business Process Model and Notation (BPMN)*.

No terceiro capítulo é caracterizada a empresa onde o projeto foi desenrolado, o departamento onde o mesmo foi elaborado e ainda como opera a manutenção na Papeis Vouga.

No capítulo quatro é efetuada a análise à situação inicial da empresa, identificando os problemas descobertos e calculam-se alguns indicadores de desempenho fundamentais para a manutenção.

No quinto capítulo são apresentadas as soluções encontradas para os problemas identificados no capítulo anterior, bem como os resultados que essas soluções tiveram para a empresa.

Por fim, no sexto e último capítulo, são apresentadas as conclusões, bem como propostas de trabalho futuras.

2. Enquadramento teórico

2.1. Manutenção Industrial

2.1.1. Evolução da Manutenção

Tipicamente, a manutenção era considerada uma estratégia que precisava de um forte investimento, no entanto o seu retorno não era em nada condizente (Sivaram et al., 2014). Até ao início dos anos 50, a indústria não era mecanizada e os equipamentos eram simples, portanto a tarefa da manutenção era relativamente fácil. Nesse período, a manutenção era vista como uma função que reagia às falhas/avarias dos equipamentos reparando-os sempre que possível no menor tempo possível (Waeyenbergh & Pintelon, 2002). Ainda nesta fase, a eficiência não era um aspeto significativo e era inconcebível parar os equipamentos para realizar qualquer tipo de manutenção preventiva, uma vez que de acordo com a perspetiva da época, com a produção em massa só se conseguia lucrar quando se produzia, existindo sempre um considerável stock para responder a quaisquer paragens (Boris, 2006).

A industrialização em grande escala na Europa e na América levou ao aumento da mecanização, como resultado do desenvolvimento de máquinas complexas. O tempo de inatividade da máquina tornou-se um aspeto relevante. Assim, após esta fase, em 1951, surge uma nova tendência, a manutenção preventiva (Waeyenbergh & Pintelon, 2002). A manutenção preventiva é uma espécie de verificação física do equipamento para evitar quebras e prolongar a vida útil do equipamento. A manutenção preventiva compreende atividades de manutenção realizadas após um determinado período ou quantidade de uso da máquina (P. H. Tsarouhas, 2013).

Desde meados da década de 1970, as mudanças na indústria ganharam impulso. Devido à automação e mecanização, a fiabilidade e a disponibilidade tornaram-se aspetos chave. A metodologia convencional de manutenção preventiva falha em atender aos desafios apresentados por sistemas industriais modernos e complexos. Assim, com a necessidade de desenvolver sistemas de apoio à decisão, surgiram novas técnicas de gestão da manutenção (Waeyenbergh & Pintelon, 2002).

2.1.2. Manutenção: Conceitos e Objetivos

A manutenção pode ser definida como uma combinação de atividades técnicas, administrativas e ações de gestão presentes durante o ciclo de vida de um item, com o objetivo de reter ou restaurar seu estado funcional (Alsayouf, 2007). Essas atividades conduzem à identificação e avaliação do estado real das instalações técnicas como um todo e às medidas técnicas subseqüentes para restaurar todas as suas funções (Poor et al., 2019). Geralmente, as ações de manutenção são realizadas de acordo com uma determinada estratégia de manutenção (Shahin et al., 2012). Desse modo, o desafio

da manutenção passa por garantir que o equipamento opere com eficiência máxima para permitir que a produção cumpra as metas organizacionais com o mínimo de paragens possíveis (Rukijkanpanich & Pasuk, 2018; Shahin et al., 2012).

A manutenção industrial é reconhecida como uma área com um grande impacto nos resultados globais das empresas industriais e cuja eficiência costuma apresentar elevado potencial de melhoria (Lopes et al., 2016). Durante anos, a manutenção foi desprezada em detrimento de outras áreas mais “visíveis” como a produção ou a logística já que, para muitas empresas, era e ainda é considerada uma função sem valor, apelidada de muitas vezes de “um mal necessário” (Bevilacqua & Braglia, 2000). Porém, algumas empresas já entenderam a importância de investir em manutenção devido ao impacto que causa no desempenho de todos os negócios (Waeyenbergh & Pintelon, 2004). O custo associado à manutenção tem aumentado constantemente ao longo das décadas. No cenário atual, dependendo do tipo de indústria, cerca de 15%-70% dos custos de produção são atribuídos à manutenção (Bevilacqua & Braglia, 2000). No mesmo sentido, um terço de todos os custos de manutenção é desperdiçado como resultado de atividades de manutenção desnecessárias ou inadequadas (Mobley, 2002).

No momento, a manutenção é vista como um processo de gestão complexo que associa uma variedade de processos organizacionais tais como: produção, qualidade, meio ambiente, análise de riscos e segurança (Lopes et al., 2016).

2.1.3. Tipos de Manutenção

A manutenção pode ser dividida em dois tipos principais: “corretiva” e “preventiva”.

2.1.3.1. Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva segue o princípio de “funcionar até falhar” (Erkoyuncu et al., 2017), ou seja, a intervenção das atividades de manutenção é realizada após a ocorrência de uma falha ou avaria (Mostafa, Dumrak, et al., 2015) e geralmente inclui ações como reparo e substituição (Chen, 2013). A manutenção corretiva é uma atividade que se esforça em restaurar o equipamento para que possa desempenhar a sua função habitual no menor tempo possível (Jaturonnate et al., 2006; A. K. Sharma & Bhardwaj, n.d.). Este tipo de manutenção é ainda uma estratégia de manutenção convencional, praticada em várias indústrias onde não há conhecimento sobre os comportamentos de falha dos equipamentos (Waeyenbergh & Pintelon, 2002).

Como citado em Rani et al. (2015) a manutenção corretiva pode ser extremamente cara por duas razões:

- A falha de um item pode causar uma grande quantidade de danos consequentes a outros elementos;
- A falha de um item pode acontecer num momento inconveniente para o utilizador e para o responsável da manutenção. Isso pode resultar num planeamento da mão de obra e peças de reposição extremamente difícil.

2.1.3.2. Manutenção Preventiva

Quanto à manutenção preventiva, ao contrário da manutenção corretiva, a esta é realizada antes do equipamento falhar (Vishnu & Regikumar, 2016). A manutenção preventiva tem como principal objetivo promover a produção contínua do sistema e obstruir as interrupções não programadas, ou seja, visa reduzir a probabilidade de falha no período após a aplicação da manutenção (A. K. Sharma & Bhardwaj, 2012). Este tipo de manutenção envolve de forma frequente ações de lubrificação, ajustes de máquina, substituição de peças e limpeza (Erkoyuncu et al., 2017; Swanson, 2001).

A manutenção preventiva contempla todas as medidas que cooperem na preservação das condições normais de funcionamento de um determinado equipamento, podendo necessitar da criação de planos de manutenção (Khazraei & Deuse, 2011).

Consoante as informações da falha/ condição, a manutenção preventiva pode ser dividida em dois tipos: manutenção preventiva sistemática e manutenção preventiva condicionada (Yang et al., 2019).

A manutenção preventiva sistemática é realizada em intervalos de tempo operacionais fixos ou em número de unidades produzidas sem considerar o estado de condição atual do item (Eti et al., 2006; Mostafa, Lee, et al., 2015). Em contrapartida, com a execução de atividades de manutenção preventiva sistemática corre-se o risco de haver intervenções desnecessárias, que resultam na paragem de equipamentos com repercussões negativas nos indicadores de performance (Rolfsen & Langeland, 2012).

Na manutenção preventiva condicionada, a decisão de manutenção é feita dependendo dos dados medidos através da monitorização dos parâmetros de funcionamento do equipamento. Até o momento, várias técnicas já podem ser utilizadas, como monitorização de vibração, análise de lubrificação e teste ultrassónico (Shahin et al., 2012). Quando um destes indicadores atinge um nível específico, o trabalho necessário para restaurar o equipamento é realizado, de forma a atingir a condição considerada adequada. A manutenção condicionada tem como premissa o mesmo princípio da manutenção preventiva, embora empregue um critério diferente para determinar a premência de atividades de manutenção apenas quando a necessidade é iminente, ao invés da passagem de um determinado período (Swanson, 2001). Este tipo de manutenção é aconselhável para equipamentos com

uma elevada taxa de deterioração, que sejam fundamentais para a produção, no qual uma falha/avaria pode afetar a segurança e, por último, é normalmente aplicável em equipamentos que apresentam custos de reparação de avaria muito altos (Eti et al., 2006).

É de salientar que, a manutenção preventiva tem um importante contributo no aumento da vida útil do equipamento, para a redução do tempo de paragem não programado e, em última instância, para a redução dos custos de manutenção a longo prazo. A principal desvantagem da manutenção preventiva é a interrupção da produção para a realização dos seus trabalhos (Swanson, 2001).

2.2. Indicadores de Desempenho

Os KPI's - *Key Performance Indicators*, ou em português indicadores de desempenho devem ser rigorosamente definidos e minuciosamente analisados, a fim de ser possível identificar causas do baixo desempenho ou então lacunas existentes entre o desempenho atual e o desempenho desejado (Sonmez & Pintelon, 2020). As medidas de desempenho fornecem um elo entre as estratégias e as ações de gestão da manutenção e, portanto, apoiam a implementação e execução de propostas de melhoria. Saliente-se ainda que, estes indicadores auxiliam a concentrar a equipa de manutenção, assim como, os recursos à disposição em áreas específicas dos sistemas de produção que influenciam a performance da produção (Muchiri et al., 2011). Habitualmente e, no âmbito da área da manutenção, os KPI's são recomendados para serem usados em trimestres, dado que as melhorias neste setor podem levar algum tempo para serem avaliadas, devido à sua natureza aleatória. Isto não significa, no entanto, que não possam ser usados em períodos mais curtos ou até mais longos (Ferreira et al., 2019).

Os indicadores de desempenho podem ser classificados em três grupos: económicos, técnicos e organizacionais (Stenström et al., 2013). Na prática, os mais utilizados na área da manutenção são os indicadores técnicos, particularmente a taxa de avarias, o MTBF – *Mean Time Between Failures*, que representa o conceito de fiabilidade, o MTTR – *Mean Time To Repair*, que permite medir a manutenibilidade, e a disponibilidade. Os indicadores económicos possibilitam avaliar e comparar os custos da manutenção e os indicadores organizacionais são utilizados, habitualmente, na análise dos recursos humanos associados à manutenção.

No entanto, de acordo com Muchiri et al. (2011), as empresas personalizam os indicadores para atender às suas necessidades industriais.

2.2.1. Mean Time Between Failures – MTBF

O MTBF é um indicador que permite avaliar a fiabilidade de um equipamento ou subconjunto, ou seja, a sua aptidão para funcionar em boas condições durante certo período. Este indicador expressa o tempo médio de bom funcionamento, que em linguagem de manutenção significa o tempo que decorre, em média, entre duas avarias consecutivas (Ribeiro et al., 2019). O MTBF é calculado pela razão entre o tempo de funcionamento do equipamento (TF) e o número de avarias nesse período (Gonzalez et al., 2017; Lomte et al., 2018; Ribeiro et al., 2019).

$$MTBF = \frac{\text{Tempo de Funcionamento (TF)}}{\text{Número de Avarias}}$$

2.2.2. Mean Time to Repair - MTTR

O MTTR é um indicador que expressa o tempo necessário para reparar uma avaria (Gonzalez et al., 2017; Lomte et al., 2018; Pramod et al., 2006; Reussner et al., 2003; Ribeiro et al., 2019). Este indicador é, primordialmente, uma medida de manutenibilidade do equipamento, isto é, a sua capacidade para ser consertado para uma condição de bom funcionamento. Para um determinado período, o MTTR é calculado através da razão entre o tempo utilizado para reparar as avarias (TR) e o número de avarias no período (Lomte et al., 2018).

$$MTTR = \frac{\text{Tempo de Reparação (TR)}}{\text{Número de Avarias}}$$

2.2.3. Disponibilidade

De acordo com Saini & Kumar (2019), a disponibilidade é definida como a probabilidade de um componente desempenhar a sua função exigida num determinado momento, quando usado nas condições operacionais estabelecidas. A expressão da disponibilidade depende do MTTR e do MTBF, já mencionados, e pode ser calculada conforme mostrado na seguinte equação (Aggarwal et al., 2017; Saini & Kumar, 2019).

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

2.3. Total Productive Maintenance (TPM)

A concepção do TPM foi uma resposta às imposições de um mercado cada vez mais competitivo que obrigou as empresas a delinarem alguns comportamentos, tais como: eliminar desperdícios, atingir o melhor desempenho dos equipamentos, reduzir interrupções ou paragens de produção, redefinindo metas (Rodrigues & Hatakeyama, 2006).

A Manutenção Produtiva Total é uma filosofia japonesa, que foi desenvolvida com base nos conceitos e metodologias de manutenção produtiva. Este conceito foi introduzido na década de 70 pela Nippondenso, um importante fornecedor da *Toyota Car Company* (Ahuja & Kumar, 2009; Habidin et al., 2018). A inclusão da palavra “Total” à manutenção produtiva tem três significados que abrangem as seguintes dimensões: eficiência total, manutenção total e participação total (R. K. Sharma et al., 2006). Integrante do *Lean Manufacturing*, o TPM desafia a visão de que a manutenção não é nada mais do que uma função que opera em segundo plano e só aparece quando necessária (Afefy, 2013).

Atualmente, o TPM é uma marca registada no *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) e encontra-se implementada em vários países e em plena “fase de cruzeiro” com resultados consideráveis (Wireman, 2004).

Siiechi Nakajima, o “pai” do TPM, e vice-presidente do *Japanese Institute of Plant Engineers* (JIPE), define esta metodologia como um sistema que engloba o planeamento, fabricação e manutenção, estando por isso presente em toda a vida útil de um equipamento (Jain et al., 2014). Nakajima define ainda o TPM como uma abordagem inovadora para a manutenção que tem como objetivo maximizar a eficiência de um equipamento, eliminar as avarias e incentivar a manutenção autónoma desenvolvida pelos operadores de chão de fábrica através de uma série de atividades diárias (Ahuja & Khamba, 2008).

O seu perfil caracteriza-se por (Jain et al., 2014):

- O TPM visa maximizar a eficiência do equipamento;
- O TPM estabelece um sistema completo de manutenção preventiva para toda a vida útil do equipamento;
- O TPM é implementado por vários departamentos (engenharia, produção e manutenção);
- Inclui todos os funcionários, desde a gestão de topo até aos operadores;
- O TPM é baseado na promoção da manutenção preventiva através da motivação e gestão de atividades autónomas de pequenos grupos.

2.3.1. Oito Pilares do TPM

As atividades fundamentais do TPM estão estruturadas em 8 pilares. A definição dos pilares escolhidos no TPM resulta em grande parte da filosofia e estrutura que a

empresa aplicará internamente, sendo personalizada conforme a cultura empreendedora presente e com a cultura que se tenciona implementar. Os pilares do TPM têm de ser implementados em equipas coordenadas por chefes de equipa ou por gestores, e esta estrutura deverá estar de acordo com a hierarquia da empresa. A aplicação dos pilares do TPM terá de ter especial atenção às seguintes dimensões: qualidade, produtividade, atendimento ao cliente, segurança e moral (Rodrigues & Hatakeyama, 2006).

No entanto, é importante referir que antes da implementação dos pilares do TPM é vital que a empresa construa uma base. Essa base é conseguida por meio da aplicação de uma ferramenta *Lean*: os 5S's (Mwanza & Mbohwa, 2015).

2.3.1.1. 5S's

Os 5S's referem-se à integração de cinco boas práticas que visam a redução do desperdício empresarial e a melhoria do desempenho tanto das pessoas da organização, como dos procedimentos utilizados. Estas boas práticas consistem na aplicação de um método simples que assenta na manutenção das condições ótimas de um local de trabalho (estação de trabalho ordenada, arrumada e organizada). Os 5S's, correspondem a cinco palavras, que em japonês, iniciam pelo som "S" (Bayo-Moriones et al., 2010; Jiménez et al., 2015; Michalska & Szewieczek, 2007; Veres et al., 2018), ou seja:

- **Seiri (Triar)** - Refere-se à prática de classificar todas as ferramentas e materiais da área de trabalho e manter apenas aqueles que são necessários. Tudo o resto deve ser armazenado ou então descartado, visto que o material desnecessário no local de trabalho pode levar a erros e defeitos.
- **Seiton (Organizar)** – Este S incide na criação de métodos de armazenamento para organizar os itens necessários de maneira que possam ser facilmente retirados e devolvidos ao local original após a sua utilização. Assim, cada coisa tem o seu lugar e tudo deve estar no seu lugar.
- **Seiso (Limpar)** – Concentra-se na necessidade da limpeza regular de equipamentos e locais de trabalho, identificando irregularidades.
- **Seiketsu (Normalizar/Padronizar)** - Depois de implementados os primeiros 3S's, o próximo passo é padronizar as melhores práticas na área de trabalho para que estas sejam claras e entendidas por todos. Deste modo para a aplicação dos primeiros 3S's, deve ser encontrada a forma mais eficiente e capaz de ser realizada por todos.
- **Shitsuke (Sustentar)** – Foca-se em manter continuamente os procedimentos estabelecidos, auditando métodos de trabalho, tornando assim os 5S's um hábito e responsabilidade, integrando a sua aplicação na cultura da empresa. Este S é frequentemente o mais difícil de implementar e de alcançar.

Algumas empresas dos Estados Unidos adicionaram um novo S a esta metodologia, promovendo a designação “6S”. Este sexto “S” quer dizer “*safety*”, isto é, segurança, que abrange a observação e comportamento seguro (Randhawa & Ahuja, 2017).

2.3.1.2. Manutenção Autónoma (Jitshu Hozen)

A manutenção autónoma é definida como um conjunto de atividades de manutenção preventiva e preditiva realizadas pelo operador, que está envolvido nas funções de fabricação da máquina e, portanto, é responsável pela sua manutenção e funcionamento (Guariente et al., 2017). Na manutenção autónoma os operadores são responsáveis pela realização de tarefas simples, tais como limpeza, inspeção de itens, reabastecimento de lubrificantes e observação de eventuais irregularidades (Ahmad et al., 2018). Consequentemente, libertam os técnicos de manutenção para a realização de outro tipo de tarefas de maior valor acrescentado (Singh et al., 2013). O objetivo desta manutenção é manter os equipamentos a operar sem avarias, ter operadores flexíveis e versáteis e eliminar os problemas na sua origem com a participação ativa de todos os colaboradores (Singh et al., 2013).

São sete as etapas para a aplicação da manutenção autónoma (Acharya et al., n.d.; Azizi, 2015; Chong et al., 2012; Guariente et al., 2017; Min et al., 2011; Saraiva Cabral, 2006).

- 1. Limpeza inicial** – um dos pilares dos 5S que tem como principal objetivo a remoção na totalidade da sujidade presentes nos equipamentos, para que dessa forma se consiga detetar irregularidades no equipamento.
- 2. Medidas de combate contra a fonte de sujidade e local de difícil acesso** – o objetivo desta atividade é preservar o estado de limpeza alcançado na atividade anterior (limpeza inicial). Durante esta atividade é fundamental que se identifiquem as fontes de contaminação e que se encontrem soluções para a resolução das mesmas. Paralelamente, é essencial identificar áreas de difícil acesso, assim como, melhorar o método de limpeza
- 3. Elaboração de normas de limpeza e lubrificação** – padronizar um método de limpeza, incluindo ferramentas relevantes para a limpeza e a frequência da mesma. Apoiando-se no conhecimento e na experiência adquiridos na implementação das etapas anteriores, as normas determinam quando, o quê e como realizar as tarefas nas etapas anteriores.
- 4. Inspeção geral** – é fundamental que os operadores sejam treinados e aprendam técnicas de inspeção geral que possibilitem a identificação e reparação de falhas nos equipamentos.
- 5. Inspeção autónoma** – Elaboração e execução de fichas de manutenção de 1º nível, assim como para ações de limpeza, para servir de método de controlo na aplicação dessas atividades

6. Organização e controlo do local de trabalho – Efetuar a padronização dos itens de controlo dos diferentes locais de trabalho e a sistematização total da sua manutenção.

- Elaboração de normas de inspeção de lubrificação e de limpeza;
- Padronização da forma de registar os dados;
- Elaboração de normas de fluxo de materiais no local de trabalho;
- Elaboração de normas para auxiliar no controle de ferramentas, moldes e dispositivos.

7. Consolidação/Melhoria Contínua – preservar e reforçar todas as etapas anteriores e efetuar regularmente o registo de ações de melhoria.

2.3.1.3. Manutenção Planeada

O equipamento é medido quanto às taxas de falha, sendo que, por sua vez, a manutenção é programada de acordo com as falhas previstas. A manutenção planeada reduz o tempo de inatividade não planeado e permite que a manutenção seja planeada para momentos em que o equipamento não está programado para execuções de produção ativas. Além disso, isso reduz o excesso de stock por meio de um melhor controlo das peças que são suscetíveis a desgaste ou falha (Agustiady & Cudney, 2018).

2.3.1.4. Manutenção da Qualidade

O fundamento deste pilar é garantir a satisfação do cliente, prevendo e identificando erros de desenvolvimento no processo de produção. Para esse fim, é imprescindível realizar a análise de causa raiz, que pode ser feita com o uso dos 5 porquês, eliminando dessa forma a recorrência de problemas (Agustiady & Cudney, 2018). Os defeitos são removidos depois da identificação do parâmetro da máquina que afeta a qualidade do produto, por meio da melhoria específica (Singh et al., 2013).

2.3.1.5. Melhorias Focadas no Equipamento (Kobetsu Kaizen)

Este pilar é responsável pela identificação de perdas dentro dos departamentos de produção e pela utilização de ferramentas *Kaizen* (melhoria contínua) para lidar com essas perdas (Shaaban & Awni, 2014). O “Kaizen” significa “mudança para melhor” e envolve pequenas melhorias realizadas de forma contínua e com a participação de pessoas de todos os níveis hierárquicos da organização (Singh et al., 2013). O princípio do *Kaizen* diz que “um grande número de pequenas melhorias é mais eficaz num ambiente organizacional do que algumas melhorias de grande envergadura” (Zarreh et al., 2019).

2.3.1.6. Formação e Treino

A Formação e Treino é um dos pilares mais importantes do TPM que garantem que os funcionários envolvidos com a filosofia tenham o conhecimento e as habilidades adequadas para ter uma implementação bem-sucedida do programa (Zarreh et al., 2019). O objetivo da formação e treino é eliminar lacunas ao nível do conhecimento com a finalidade dos operadores desenvolverem habilidades necessárias para manter o equipamento regularmente e detetar problemas que possam surgir no futuro. Esta formação é aplicada desde os operadores, à equipa da manutenção e à administração. Por intermédio da formação, os técnicos de manutenção aprendem novas habilidades para execução da manutenção proativa e preventiva. Simultaneamente, os gestores são treinados para implementar os oito pilares do TPM, e também para aconselhar e desenvolver as suas equipas de funcionários (Agustiady & Cudney, 2018).

2.3.1.7. Segurança, Saúde e Ambiente

O pilar, segurança, saúde e ambiente, procura garantir zero acidentes, zero prejuízos à saúde e zero acidentes ambientais no posto de trabalho onde está localizada a máquina em estudo (Morales Méndez & Rodriguez, 2017). Este pilar tem como principal objetivo criar locais de trabalho seguros e saudáveis onde não ocorram acidentes, detetar e melhorar áreas potenciadoras de risco e realizar atividades que preservem o meio ambiente (Singh et al., 2013).

2.3.1.8. TPM Administrativo

Como o próprio nome do pilar indica este, foca a aplicação dos princípios de TPM às funções administrativas. Ou seja, os benefícios que advém do TPM vão muito para além dos equipamentos, melhorando a produtividade e eficiência das funções administrativas. A melhoria das funções administrativas inclui a análise de processos e procedimentos que podem ser automatizados. Este pilar apenas pode ser aplicado depois dos pilares de manutenção autónoma (Jishu Hozen), manutenção planeada, manutenção de qualidade (Hinshitsu Hozen) e melhorias focalizadas no equipamento (Kobetsu Kaizen) iniciarem (Singh et al., 2013).

2.3.2. Gestão Inicial do Equipamento

O propósito deste pilar é utilizar todo o conhecimento adquirido por intermédio da metodologia TPM no desenvolvimento e compra de novos equipamentos, garantindo que estes atingem a sua plenitude ao nível do desenvolvimento no menor tempo possível. Para além disso, a manutenção acaba por ser menos complexa e mais robusta, uma vez que envolve os funcionários na análise e no processo de instalação das novas máquinas (Agustiady & Cudney, 2018; Singh et al., 2013).

De acordo com Sivaram et al. (2014), os pilares designados de Manutenção Autónoma, Melhorias Focadas no equipamento, Manutenção Planeada, Formação e Treino e Gestão Inicial do Equipamento possibilitam que o objetivo das zero paragens seja alcançado e, por conseguinte, a produção fique livre de interrupções. A procura pelo objetivo dos zero defeitos é conseguida por todos os pilares à exceção do pilar Segurança, Saúde e Ambiente. Pelo contrário, os pilares Formação e Treino, Segurança, Saúde e Ambiente e TPM Administrativo, quando implementados, são capazes de eliminar ou reduzir acidentes.

2.3.3. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

O OEE é um elemento quantitativo do TPM usado para medir a eficácia do desempenho de equipamentos individuais ou processos inteiros (P. Tsarouhas, 2019). Originalmente definido por Nakajima, o OEE é essencial não só para avaliar e analisar a eficiência de um equipamento, mas também por permitir uma análise pormenorizada de todas as perdas através do desdobramento do seu cálculo, permitindo assim identificar áreas potenciais de melhoria (Saleem et al., 2017). Apesar de o OEE fazer parte do TPM, de acordo com Lanza et al. (2013), tem sido aplicado como uma ferramenta de melhoria operacional em muitas empresas, de forma independente da aplicação do modelo japonês de gestão da manutenção.

O OEE traduz-se numa percentagem e, na sua forma original, é calculado através do produto de três fatores: disponibilidade, performance e qualidade (Hedman et al., 2016):

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade}$$

, onde:

Disponibilidade - exprime a proporção entre o tempo de funcionamento e o tempo total disponível do equipamento (subtraindo o tempo das paragens planeadas e as decorrentes de programação, pausa/ intervalo planeado dos operadores ou qualquer intervenção de manutenção que seja planeada).

Performance - exprime a proporção entre o tempo de ciclo teórico (igual ao tempo necessário para produzir uma unidade, ou então, um conjunto, com a máquina a funcionar à sua capacidade nominal) e o tempo de ciclo efetivo (igual ao tempo verdadeiramente necessário para se produzir a mesma unidade).

Qualidade - exprime a proporção de número de peças conformes (em bom estado sem defeitos) e o número total de peças fabricadas.

Com o tempo, o OEE foi-se alterando de acordo com as necessidades da indústria e, por isso, alguns autores modificaram ligeiramente a fórmula original, enquanto outros propuseram novas fórmulas (Corrales et al., 2020).

Um OEE de 85% é visto como um valor de *benchmark* (referência). Com o propósito de se atingir esse valor, o valor do rendimento da velocidade deverá ser na ordem dos 95%, o valor da disponibilidade deverá estar na ordem dos 90% e, finalmente, a taxa de qualidade deverá ser de 99%. No entanto, face aos diferentes ambientes organizacionais torna-se difícil atingir estes valores (Chikwendu et al., 2020; P. H. Tsarouhas, 2013).

$$0,85 \times 0,90 \times 0,95 = 0,85 = 85\%$$

Algumas das vantagens do OEE são (Sonmez & Pintelon, 2020).:

- Apresentar-se como um valor único que representa o desempenho geral;
- É uma escala padrão que permite *benchmarking*;
- Abarca a maior parte das perdas de diferentes tipos;
- Pode ser usado para identificar as causas do baixo desempenho.

2.3.4. Diagrama de Pareto

Para além do OEE, também se podem utilizar algumas ferramentas para medir e analisar os desperdícios como por exemplo: o Diagrama de Pareto (Chan et al., 2005).

Esta ferramenta básica da qualidade é conhecida como Princípio de Pareto, desenvolvido por um economista italiano com o nome de Vilfredo Pareto. Pareto observou que, por volta de 1896, 80% das terras na Itália pertenciam a 20% da população. Naquela época, isso significava que 20% das pessoas possuíam 80% da riqueza. Na prática, o diagrama de Pareto é um gráfico de barras em que cada barra corresponde a uma categoria possível de causas. As barras são ordenadas por frequência, da mais frequente para a menos frequente. Também pode ser denominado como "regra 80/20", isto é, "80% dos defeitos de um sistema resultam de apenas 20% das causas possíveis". A frequência total é igual a 100 por cento. Assim sendo, focando-se inicialmente nos problemas principais é possível eliminar a maioria dos problemas (Kumar et al., 2019).

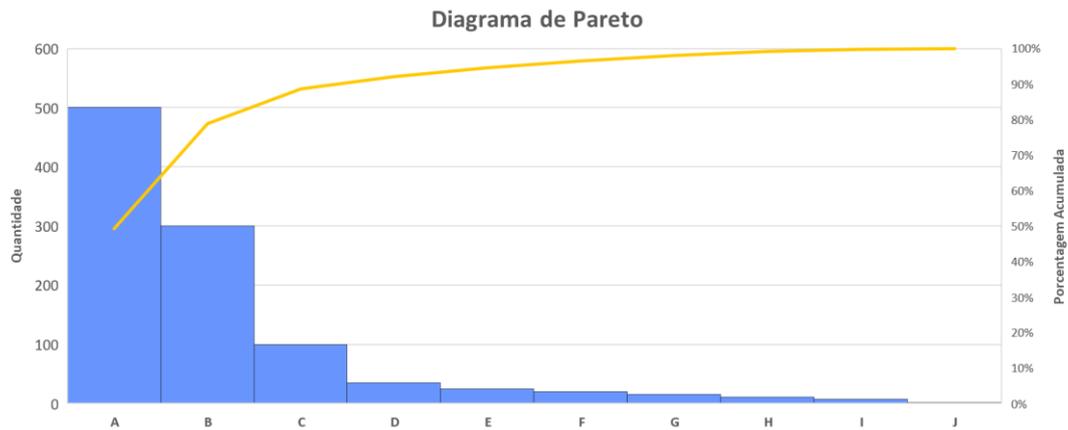


Figura 1 - Exemplo de Diagrama de Pareto

2.3.5. Seis Grandes Perdas

Um dos objetivos alvo do OEE passa pela redução ou eliminação das seis grandes perdas. Estas grandes perdas, são as seis razões principais para a perda de produtividade na produção (Chan et al., 2005; Hedman et al., 2016; P. H. Tsarouhas, 2013).

- **Falhas e avarias nos equipamentos** - são paragens não planeadas dos equipamentos e podem ser designadas como perdas de tempo quando a produtividade é reduzida e perdas de qualidade provocadas por produtos defeituosos.
- **Perdas de *setup* e ajustamento** - este tipo de perdas resultam do tempo de inatividade e produtos defeituosos que ocorrem quando a produção de um item termina e o equipamento é ajustado para atender aos requisitos de um novo item.
- **Perdas de velocidade reduzida** - acontecem quando um equipamento opera a uma velocidade mais demorada que o suposto, ou seja, corresponde à diferença entre a velocidade de projeto do equipamento e a sua velocidade operacional real.
- **Pequenas Paragens** - acontecem quando a produção é interrompida por um mau funcionamento temporário ou quando a máquina está em “marcha lenta”.
- **Defeitos de qualidade e retrabalho** - são perdas de qualidade provocadas por equipamentos de produção com defeito.

- **Arranque e perdas iniciais** - ocorre durante os estágios iniciais de produção e corresponde ao tempo desde a paragem da máquina até à sua estabilização.

Resumidamente, as falhas e avarias nos equipamentos, as perdas de *setup* e ajustamento são conhecidas como perdas de disponibilidade. Por sua vez, as perdas de velocidade reduzida e as pequenas paragens são identificadas como perdas de velocidade. Por fim, os defeitos de qualidade e retrabalho, bem como o arranque e perdas iniciais são usadas para calcular a taxa de qualidade (Hedman et al., 2016; Sonmez & Pintelon, 2020; Zarreh et al., 2019).

2.4. Computerized Maintenance Management System (CMMS)

A gestão da manutenção é um processo complexo que requer uma combinação eficaz de conhecimentos técnicos e económicos. Uma parte da gestão da manutenção passa por interpretar os dados disponíveis e transformá-los em informações úteis para uma mais consistente tomada de decisão e uma melhor gestão do equipamento. Para isso, os dados devem ser recolhidos e analisados de forma estruturada, caso contrário, não poderão ser utilizados de forma eficaz. Atualmente, é praticamente impossível gerir eficientemente a significativa quantidade de dados e recursos ligados à manutenção sem o suporte de um sistema informático de gestão da manutenção, normalmente conhecido como CMMS (Wienker et al., 2016).

O CMMS foi utilizado pela primeira vez nos sistemas de manutenção hospitalar nos quais, como se sabe, o mau funcionamento das máquinas poderia ter impactos graves na vida humana. Atualmente, o CMMS é tido como uma ferramenta importante na gestão de manutenção e por isso é usado em diferentes setores, nomeadamente, a saúde, automóveis e aeronaves (Balouei Jamkhaneh et al., 2018).

Um CMMS é uma ferramenta para a gestão da manutenção que inclui um conjunto integrado de bases de dados que contêm informações e dados que permitem aos utilizadores planear e controlar as atividades de manutenção provenientes dos serviços e políticas de manutenção (Keith & Cato, 2001).

Em consonância, Lopes et al. (2016) complementa, afirmando que um CMMS apoia a estratégia da manutenção através de um sistema de informação e uma variedade de funcionalidades que transformam dados em informação pertinente para a tomada de decisões, expressa sob a forma de indicadores de desempenho.

A aplicação de um CMMS pode criar muitas vantagens para uma organização. Um dos maiores benefícios é a remoção de trabalhos manuais em papel e a monitorização

das atividades do sistema que levam à melhoria da produtividade (Balouei Jamkhaneh et al., 2018). Destaque-se que a funcionalidade de um CMMS é a capacidade de recolher e armazenar informações personalizadas na forma exigida pelo utilizador (Uysal & Tosun, 2012).

Além destas vantagens, Mmelesi & Nwaigwe (2020) incluem outras, tais como:

- Otimização do desempenho do dispositivo reduzindo o tempo de inatividade;
- Prevenção da manutenção de avarias pela deteção de problemas iminentes;
- Uso eficiente de recursos pessoais por meio de atividades de manutenção mais bem planeadas;
- Melhor gestão de stock;
- Compra preventiva de peças sobressalentes.

Para além das funcionalidades chave, alguns CMMS's contém também funcionalidades de gestão de compras, que permitem controlar pedidos de compra, subcontratação de serviços de manutenção, informações sobre fornecedores e monitorizar a receção dos materiais encomendados (Carnero & Novés, 2006; Cato & Mobley, 2002).

Os benefícios da implementação do CMMS são evidenciados em muitos estudos. De acordo com Keith & Cato (2001), nas indústrias dos EUA e do Canadá a produtividade do setor de manutenção aumentou de cerca de 35% para 70-80% e os custos de stock foram reduzidos de 5 a 12% após a implementação do CMMS. Outro estudo de O'Donoghue & Prendergast (2004) demonstrou que, após 7 meses de implementação do CMMS numa empresa têxtil, foi possível reduzir custos com peças de reposição, melhorar a disponibilidade de equipamentos, reduzir *lead times* e reduzir atividades de manutenção não programada, com retorno em período de investimento de apenas 0,46 anos.

No entanto, segundo Wienker et al. (2016) a taxa de implementação bem-sucedida desses sistemas é surpreendentemente baixa, entre 25% e 40% e, apenas 6% a 15% de todos os utilizadores utilizam na totalidade as funcionalidades disponíveis. No mesmo contexto, Keith & Cato (2001) e Wienker et al. (2016) argumentam que as razões pelas quais um CMMS não atende às expectativas dos utilizadores é a falta de esforço e preparação no processo de seleção do CMMS, a incapacidade de vender os benefícios para a gestão de topo e a falta de experiência sobre como atuar com um sistema. Carnero & Novés (2006), acrescentam que o fracasso na implementação de um CMMS pode ser justificado pela sua seleção incorreta e pela falta de projetos adequados para sua implementação e controle.

2.5. Business Process (BP)

Para uma melhor compreensão dos conceitos de *Business Process Management* e *Business Process Management Notation*, é necessário primeiro entender o que significa *Business Process*.

Um processo de negócio (BP) é um conjunto de atividades que se relacionam entre si e seguem uma ordem pré-definida de forma a criar *outputs* cujo valor é percebido pelo cliente. Um processo pode pertencer apenas a uma organização ou ser transversal a várias (Chinosi & Trombetta, 2012).

2.5.1. Business Process Management (BPM)

Recentemente, a gestão de processos de negócios (BPM) dotou-se de princípios, métodos e ferramentas com o objetivo de melhorar os processos de negócios e interligá-los com a tecnologia da informação (van der Aalst et al., n.d.). O BPM permite que especialistas projetem, analisem, automatizem e otimizem processos de negócios em toda a cadeia de abastecimento (Arevalo et al., 2016). Desta forma, pode-se inferir que é uma vantagem clara para as organizações sobre seus processos de negócios (Arevalo et al., 2016). Além disso, o BPM pode modelar diferentes aspetos e perspectivas: fluxo de controlo, organizacional, caso e tempo (Arevalo et al., 2016).

2.5.2. Business Process Management and Notation (BPMN)

O *Business Process Model and Notation* (BPMN) é uma notação que permite representar os processos de negócio graficamente, sejam simples ou complexos, e já se mostrou útil para várias entidades, desde técnicos, clientes, comerciantes, profissionais de finanças que influenciam e são influenciados por estes mesmos processos (Mülle et al., 2019; Valderas et al., 2020). Assim, o facto de ser uma linguagem gráfica, simples e universal no mundo dos negócios, o BPMN é uma das linguagens de modelagem mais utilizadas atualmente (Arevalo et al., 2016).

Ao representar o processo de negócio usando BPMN 2.0, as organizações procuram minimizar a diferença entre o processo ideal e o processo usado atualmente. Além disso, evita a necessidade de uma etapa de tradução em primeiro lugar e tem o potencial de evitar comportamento de desvio de uma implementação de um modelo correspondente, pois descreve exatamente como o processo deve ser realizado (Arevalo et al., 2016; Chinosi & Trombetta, 2012).

Porém, apesar das inúmeras vantagens do BPMN, ainda que na sua versão mais recente (BPMN 2.0), ele apresenta limitações em termos de fluxo de controlo, manipulação de dados e dimensão temporal (Chinosi & Trombetta, 2012).

3. Apresentação da Empresa

3.1. Sociedade Transformadora de Papeis Vouga

O presente projeto de estágio foi desenvolvido na Sociedade Transformadora de Papeis Vouga Lda, sediada em S. Paio de Oleiros, concelho de Santa Maria da feira (Figura 2). A Sociedade Transformadora de Papeis Vouga Lda é uma das três empresas que fazem parte do grupo Zarrinha, sendo que todas elas operam no sector de produção de papel e cartão canelado. O grupo Zarrinha foi fundado em 1958 pelo atual presidente do Concelho de Administração, o Srº Orlando Oliveira Santos. Atualmente, o grupo conta com um total de cerca de 400 colaboradores, sendo que desses quatrocentos, 170 executam as suas funções na Papeis Vouga, distribuídos por vários turnos de oito horas numa área fabril coberta de cerca de 33.989 m2.



Figura 2 - Vista aérea da empresa
Fonte: Papeis Vouga, 2011.

A Sociedade Transformadora de Papeis Vouga, Lda iniciou a sua atividade no ano de 1963 tendo como principal objetivo a produção de sacos de papel. A empresa expandiu a sua atividade à produção de papel compacto, começando em 1966 a produção de papel em bobine. De forma a satisfazer as necessidades de procura do novo conceito de embalagem, foram criadas bobines de papel destinadas a facilitar a produção. Assim, em 1969 surgiu a primeira máquina de cartão canelado e mais tarde, em 1974 a segunda máquina.

A Sociedade Transformadora de Papel Vouga, Lda, tal como mencionado é uma empresa ligada à indústria do papel e cartão canelado, mais precisamente na produção de bobines de papel reciclado, cartão canelado e embalagens de cartão canelado. Relativamente aos produtos transacionados, encontram-se as placas de cartão canelado e as embalagens de cartão canelado, sendo que as bobines de papel reciclado servem unicamente para consumo interno da empresa. A Papeis Vouga, com o intuito de acrescentar valor aos seus produtos dispõe de uma variedade de serviços tais como: desenho estrutural de embalagens, desenho gráfico, protótipos de embalagem e impressão à escala, laboratório e ainda uma frota própria de camiões.

A estratégia desenvolvida faz da Sociedade Transformadora de Papel Vouga, Lda, uma das precursoras na produção de cartão canelado em Portugal. Ao longo dos anos, a empresa tem investido em infraestruturas, tecnologia e *know-how* para reforçar as suas capacidades e qualidade dos seus produtos e serviços.

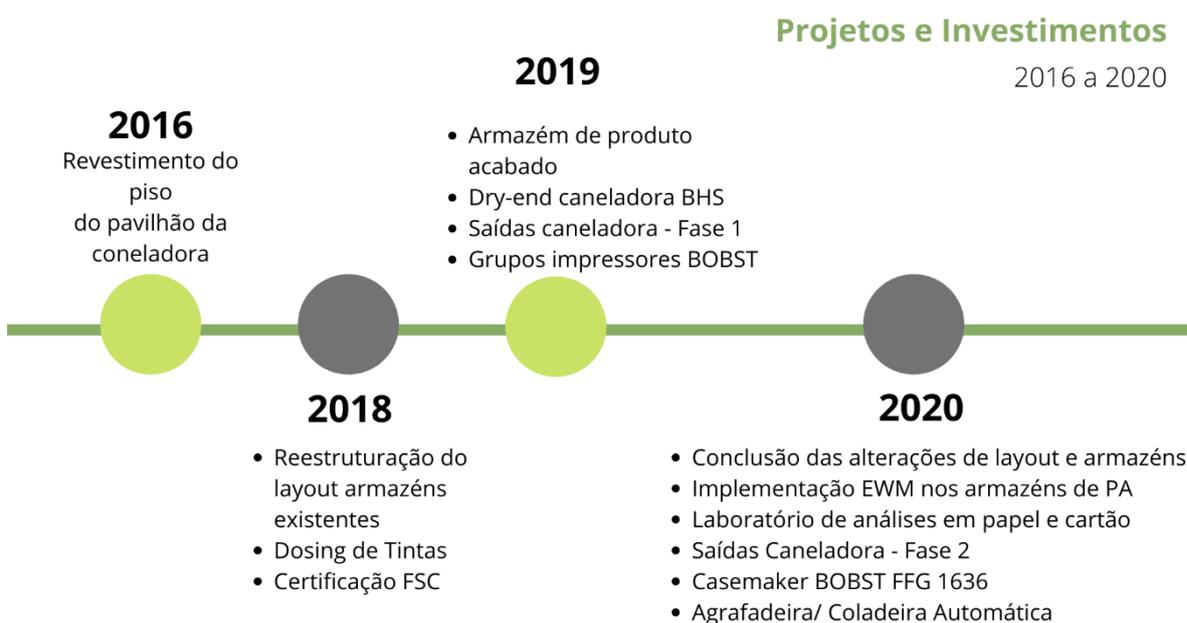


Figura 3 – Investimentos de 2016 a 2020

O processo produtivo da fábrica está repartido em duas grandes unidades fabris que são a unidade de papel e a unidade de cartão canelado. A unidade de cartão canelado, por sua vez, pode-se subdividir em duas partes, a produção de cartão canelado (caneladora) e a produção das embalagens de cartão canelado (máquinas transformadoras).

O papel reciclado proveniente da unidade de papel é utilizado na sua totalidade na produção do cartão canelado. Mesmo assim, por motivos relacionados com as

necessidades de melhor qualidade de cartão e impressão dos clientes, e também porque o papel produzido na própria fábrica não satisfaz todas as necessidades de matéria-prima da unidade de produção do cartão, parte dessa é adquirida externamente e acondicionada nos armazéns de bobines de papel. A transformação do papel em embalagens de cartão canelado envolve a produção de prancha de cartão, seguida de impressão, corte e fecho conforme as exigências apresentadas pelos clientes. Relativamente à expedição do produto finalizado, este pode ser decorrente da máquina de canelar, sob a forma de pranchas de cartão canelado (matéria-prima) ou do produto transformado (caixas de cartão canelado).

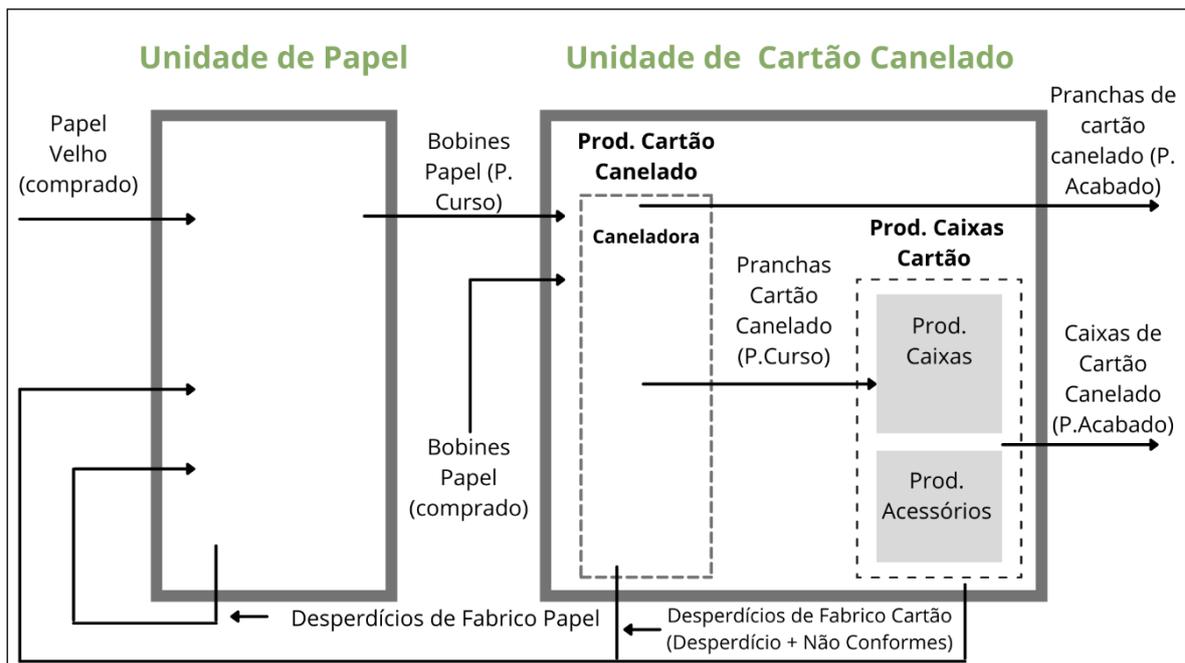


Figura 4 - Processo produtivo

3.2. Estrutura Organizacional da Empresa

Na Figura 5, está patente a estrutura organizacional da empresa, tendo o presente trabalho sido desenvolvido no departamento de Manutenção da empresa. O responsável por este departamento, Eng. José Carlos é também responsável pelo departamento de Produção o que explica a relação próxima destes dois departamentos.



Figura 5 - Estrutura organizacional da empresa

3.3. Missão, Visão e Valores

A Sociedade Transformadora de Papeis Vouga Lda tem as seguintes missão, visão e valores:

3.3.1. Missão

“Oferecer aos Clientes soluções de embalagem em cartão canelado. Superar continuamente as suas expectativas. Maximizar a utilização dos ativos. Contribuir para a preservação do meio ambiente, através do melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e da valorização de resíduos, prestando um serviço à sociedade, com uma equipa competente e versátil”.

3.3.2. Visão

“Ser uma organização orientada para o cliente, com o objetivo de ser uma referência nacional no âmbito da qualidade, ambiente, inovação, versatilidade e disponibilidade (de soluções de embalagem em cartão canelado)”.

3.3.3. Valores

- Orientação ao Cliente;
- Agilidade;
- Trabalho em equipa e integração;
- Ética;
- Inovação;
- Compromisso com resultados;
- Desenvolvimento contínuo do conhecimento.

3.4. 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:

- Um sistema de gestão da qualidade é o caminho certo para uma organização orientada ao Cliente, a empresa desde 2000 mantém um Sistema de Gestão da Qualidade em conformidade com a norma ISO 9001.
- Motivada pela vontade de reduzir, de forma eficaz e contínua, a pegada ecológica, a empresa decidiu em 2010 integrar a componente Ambiental no Sistema de Gestão de acordo com o referencial normativo ISO 14001. Este projeto foi concluído em fevereiro de 2013.
- Conscientes do seu papel na cadeia de fornecimento de produtos de base florestal e da necessidade de gerir os recursos naturais da forma mais eficiente e responsável, em 2018, a empresa colocou em marcha o seu compromisso através da certificação da cadeia de responsabilidade junto de um dos organismos líderes da indústria – o *Forest Stewardship Council (FSC®)*.

3.5. Descrição das Atividades Desenvolvidas na Empresa

3.5.1. Produção de Papel Reciclado

A matéria-prima entra em armazém proveniente do exterior e também da própria fábrica (resíduos reintroduzidos no processo), sendo que a matéria-prima proveniente do exterior (resíduos de papel e cartão) chega identificada com os seguintes códigos LER (Lista Europeia de Resíduos):

Tabela 1 - Lista Europeia de Resíduo

LER	15 01 01 – Embalagens de Papel e Cartão
	19 12 01 – Papel e Cartão
	20 01 01 - Papel e Cartão
	03 03 08 - Resíduos da triagem de papel e cartão destinado a reciclagem

Inicialmente, antes de entrar no processo e de uma forma seletiva, separam-se os materiais mais grosseiros, transportados nos fardos que não são papel (por exemplo arames). A empresa produz dois tipos de papel, o de melhor qualidade (TKF1), utilizado na face externa do cartão canelado como cobertura; e o de menor qualidade (TKF3), utilizado no cartão para o seu interior (ondulado e folha *sandwich*). O processo

produtivo é o mesmo para ambas as situações, apenas diferindo no tipo de matéria-prima utilizado (de melhor ou menor qualidade) e a adição de um corante no TKF1.

A capacidade instalada para a produção de papel, atualmente, é de 52,86 toneladas por dia.

O processo de produção de papel tem início com a alimentação do papel velho no pulper. Durante esta fase do processo é realizada a desfibração, tendo como objetivo separar as fibras através da diluição em água, de forma a obter uma suspensão aquosa. As fibras depois de individualizadas passam através de um crivo perfurado de \varnothing 8 mm e são bombeadas para um tinão para armazenagem, onde por agitação, se promove a homogeneização da massa e o seu arejamento, evitando a sua degradação.

No crivo, são retirados os resíduos sólidos mais grosseiros transportados pelo papel. Os resíduos aqui separados são constituídos essencialmente por plásticos, arames e fios. É adicionada água colada que circula até atingir a fase de esgotamento de água. A partir deste ponto a pasta segue duas vias, a do papel "Cobertura" que servirá de cobertura para o papel e a do papel "Base" que é a parte de dentro do papel. É de salientar que, para qualquer um dos tipos de papel - TKF3 ou TKF1 - existem sempre estas duas camadas de papel. O processo seguinte é a depuração, ou seja, um processo de purificação da pasta, onde é retirado o material contaminante presente na massa. Os contaminantes pesados, como areias e metais são retirados através de ciclones verticais.

No caso do papel limpo existem dois CH5 em série, o primeiro retém resíduos com dimensões superiores a 3mm e o segundo retém resíduos com dimensões superiores a 0,4mm. Estes seguem posteriormente para um tanque de receção de pasta e depois são encaminhados para um tanque de diluição de pasta.

No caso do papel sujo apenas existe um CH5, com uma capacidade de depuração de resíduos com dimensões superiores a 2,2mm, de seguida a pasta passa também por um tanque de receção e depois por um tanque de diluição, neste caso de pasta "Base".

Nos tanques de diluição de pasta adiciona-se água colada de forma a dar a consistência pretendida à pasta (é esta operação que define a gramagem que se dá ao papel). Os resíduos rejeitados são segregados e encaminhados depois para aterro sanitário.

Posteriormente, as duas correntes de pasta são alimentadas à máquina de papel, simultaneamente e de forma controlada para garantir a distribuição uniforme da pasta de modo a proceder à formação da folha. A operação de formação da folha permite retirar o excesso de água existente na pasta. Cada uma das correntes de pasta é distribuída de forma homogénea na tela (malha metálica) e por conseguinte, deposta na baeta da máquina. É nesta altura que se começa a verificar o escoamento das águas, primeiro por gravidade, formando-se a folha de papel, e depois por ação

de vácuo, por intermédio de caixas aspirantes. Forma-se então a folha transportada sobre o feltro.

A fase seguinte é a prensagem. Existem duas prensas onde ocorre a compactação da folha de papel e é retirada mais água, antes da secagem. Esta operação tem como objetivo a remoção do máximo de água possível por meios mecânicos. A secagem da folha de papel é realizada por ação de cilindros aquecidos (pela injeção de vapor aquecido no seu interior). O papel é seco através do contacto da folha com os referidos cilindros. No final desta operação, o teor de humidade da folha é de cerca de 7 a 9%.

Por fim, as folhas são bobinadas na enleadeira Pope, seguindo-se o transporte até à rebobinadora. A rebobinagem tem como objetivo dar à bobina o formato final pretendido, retirando os mandris do rolo e procedendo-se ao acerto, por corte da largura do papel.

As aparas resultantes deste acerto são aspiradas e transportadas para junto do pulper para serem novamente reutilizadas.

Na Figura 6, todo este processo encontra-se esquematizado.

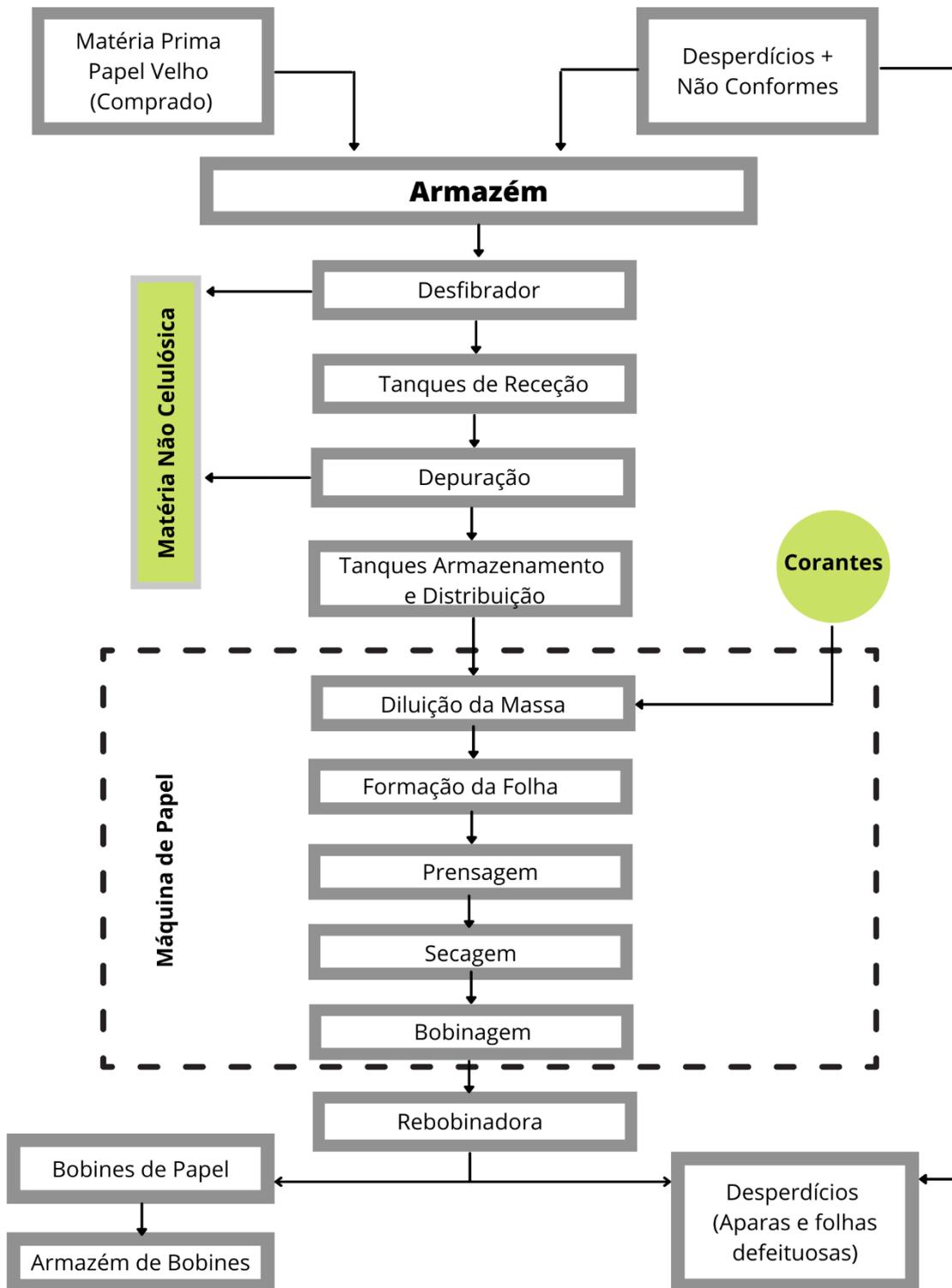


Figura 6 - Processo fabrico de papel reciclado

3.5.1.1. Tratamento e Circulação de Águas do Setor do Papel

De forma a reduzir a quantidade de água fresca no processo e a evitar a descarga de águas para o exterior da empresa, está implementado um sistema de clarificação dos efluentes líquidos produzidos durante o processo produtivo com o objetivo de se proceder à recirculação das águas clarificadas no processo.

O processo de clarificação das águas pode ser descrito da seguinte forma: As águas coladas (águas com fibra) que são produzidas na máquina de papel, devido à necessidade de limpeza das formas e das baetas e resultante do esgotamento de água da folha de papel (por prensagem), são encaminhadas para um fosso, existente por baixo da máquina, e para um tanque de água sobranete. As águas coladas aqui armazenadas são depois encaminhadas para um depósito de água, seguindo depois para um outro tanque (de segurança). A água deste depósito é encaminhada para um flotador onde se processa a separação de sólidos.

Desta operação resulta, por um lado, a água clarificada e por outro, sólidos (fibras de papel) que são encaminhados através de uma tubagem para os tinões de massa, seguindo para o processo de produção de papel.

De seguida, a água clarificada é encaminhada para um depósito com capacidade de 88m³, que armazenam a água para utilização nas regadeiras em operações como a limpeza das formas e limpeza das baetas.

3.5.1.2. Produção de Cartão Canelado em Prancha e Simples Face em Bobine

As notas de fabrico são geridas pelo Planeamento, sendo o plano de produção definido atendendo ao prazo de entrega, circuitos de máquina e tipos de cartão.

Procede-se à preparação do papel da bobine e ao seu encaminhamento de forma a entrar na máquina de simples face, sendo necessário um papel designado de cobertura interior e outro de ondulado, onde o último passa pelas calandras que lhe dará a forma de ondulado. De seguida é realizada a colagem do papel ondulado ao papel de cobertura interior que dá origem ao chamado simples face.

O processo da produção de cartão segue direções distintas, consoante o tipo de produto a produzir. Caso seja simples, face em bobine ou em plano, o processo de “construção” está concluído, seguindo para o corte e bobinagem, caso contrário, continua o processo de “construção” da prancha de cartão canelado.

Logo após, dá-se a junção do(s) simples face ao papel designado de cobertura exterior por um processo de colagem homólogo ao anterior.

De seguida, entra na mesa de secagem que é composta por duas zonas distintas, a zona quente onde é feita a gelatinização e o rebentamento da cola, o que permitirá uma colagem eficaz e a zona fria onde ocorre a descida gradual da temperatura para que o choque térmico do cartão seja minimizado.

Sucedem-se a execução de corte longitudinal (largura da prancha) e vinco de acordo com as medidas programadas, bem como a execução do corte transversal (comprimento da prancha). Depois de concluída esta fase o processo de produção da prancha está finalizado.

As pranchas são empilhadas e identificadas.

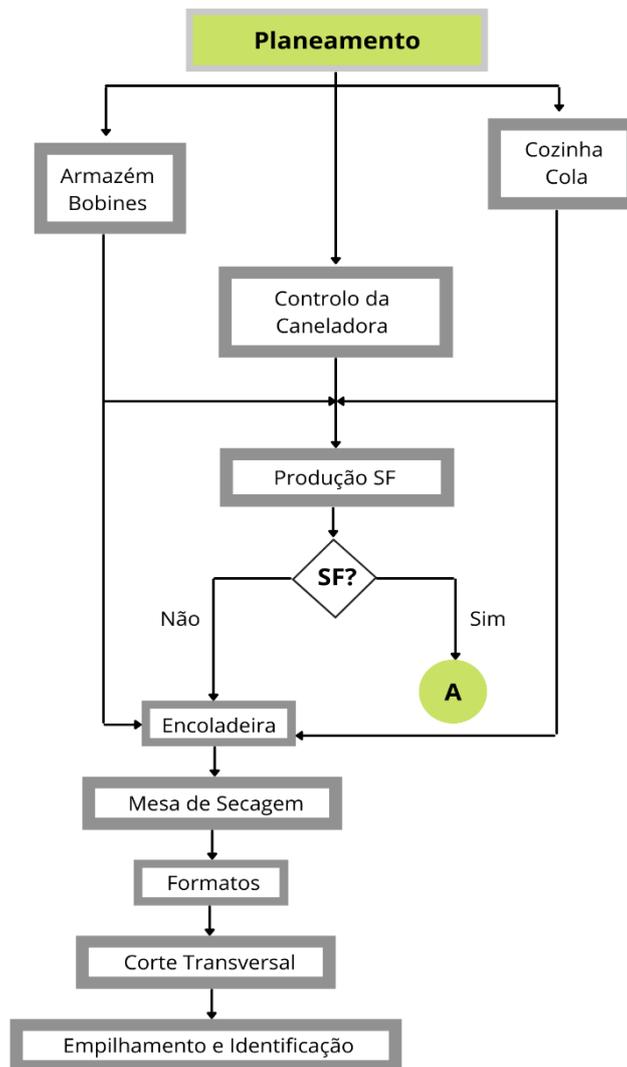


Figura 7 - Produção de catão canelado em prancha e simples face em bobine

O processo seguinte é a paletização do material.

No caso de ser um produto acabado, procede-se à sua cintagem e acondicionamento e ao controlo e retificação (caso necessário) da quantidade por palete. Caso contrário, segue para armazém de produto em curso.

Procede-se à parametrização do formato definido e à bobinagem do(s) simples face conforme plano de produção.

As bobinas são de seguida paletizadas e identificadas, agrupando na mesma paleta o número máximo possíveis de bobinas, atendendo aos requisitos do cliente.

De seguida, há a pesagem, registo e identificação final.

Depois de pesadas, as bobinas seguem para o armazém respetivo - armazém de produto acabado, caso seja produto final, ou armazém de produto em curso caso seja para cortar em plano.

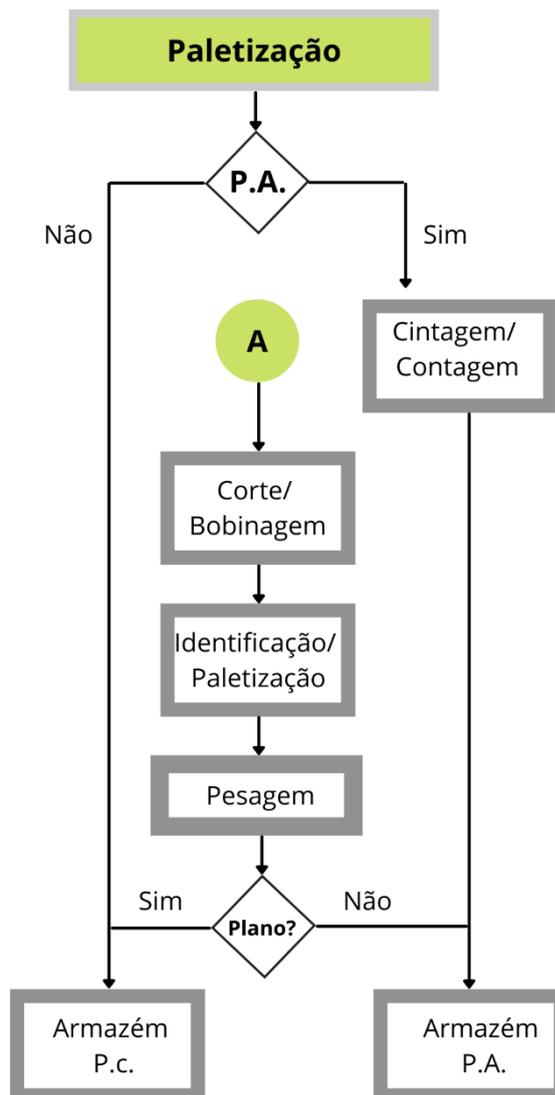


Figura 8 – Processo de paletização

3.5.1.3. Produção de Embalagens de Cartão Canelado e Planos

As notas de fabrico são geridas pelo Planeamento, sendo o plano de produção definido atendendo ao prazo de entrega, circuitos de máquina, tipos de caixa, número de cores e tipos de cartão.

A partir dos planos de produção definidos e para as encomendas com impressão e/ou cortante, os responsáveis da secção de ferramentas procedem à disponibilização das ferramentas necessárias à sua produção junto das respetivas máquinas.

O condutor de empilhador afeto à carga de máquinas procede à alimentação dos respetivos equipamentos com as pranchas de cartão canelado necessárias à produção das encomendas.

De acordo com os elementos fornecidos pelo Croqui e Nota de Fabrico, é efetuada a preparação da máquina, podendo nomeadamente recorrer-se à utilização de tintas e à aplicação de cortantes e clichés fornecidos pela gestão de ferramentas.

Depois de efetuada a preparação da máquina, procede-se ao acerto face aos requisitos do produto. O produto obtido durante o acerto da máquina é verificado para análise do cumprimento dos requisitos, efetuando-se as devidas correções caso necessário.

Depois de efetuado o acerto da máquina o operador e o ajudante validam a encomenda e inicia-se a sua produção. A validação pode também ser efetuada em conjunto com outros intervenientes, nomeadamente, superiores hierárquicos.

A encomenda é executada em série e ao longo da sua produção é efetuado o seu acompanhamento procedendo-se ao autocontrolo do produto face aos requisitos.

A encomenda é paletizada conforme requisitos do cliente. No caso de ser um produto em curso – não concluído – procede-se à sua colocação em armazém de Produto em Curso. Caso contrário, é cintado e embalado conforme requisitos, e depois é armazenado no armazém de Produto Acabado.

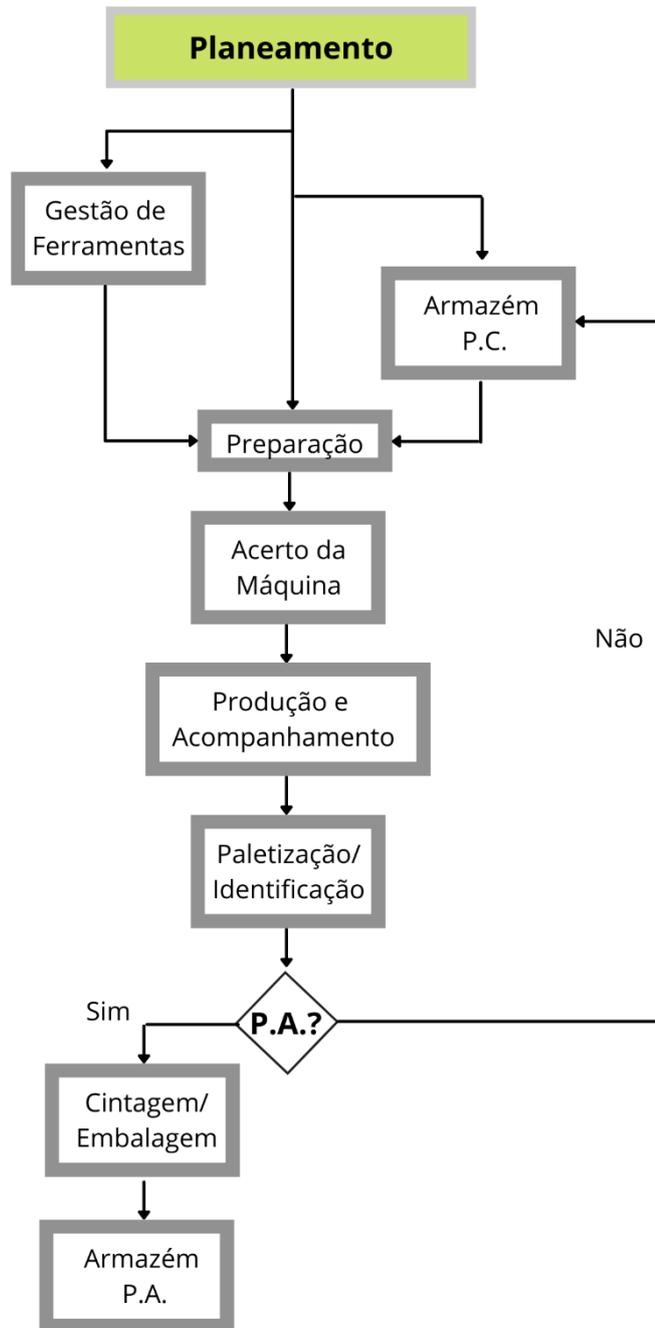


Figura 9 - Produção de embalagens de cartão canelado e planos

3.5.2. Processos Auxiliares

3.5.2.1. Processo de Fabrico de Cola para a Caneladora

A empresa tem um processo próprio de produção de cola que é utilizada na caneladora para o fabrico do cartão canelado.

O processo de produção de cola baseia-se na existência de um tanque onde é misturado amido, água, bórax e soda caustica, produzindo a cola.

A água utilizada neste processo é proveniente das captações existentes na empresa, utilizando-se também água tratada na Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais (resultantes da caneladora e do sector da lavagem dos tinteiros de impressão no fabrico de caixas).

A cola é diretamente alimentada na caneladora através de tubagens.

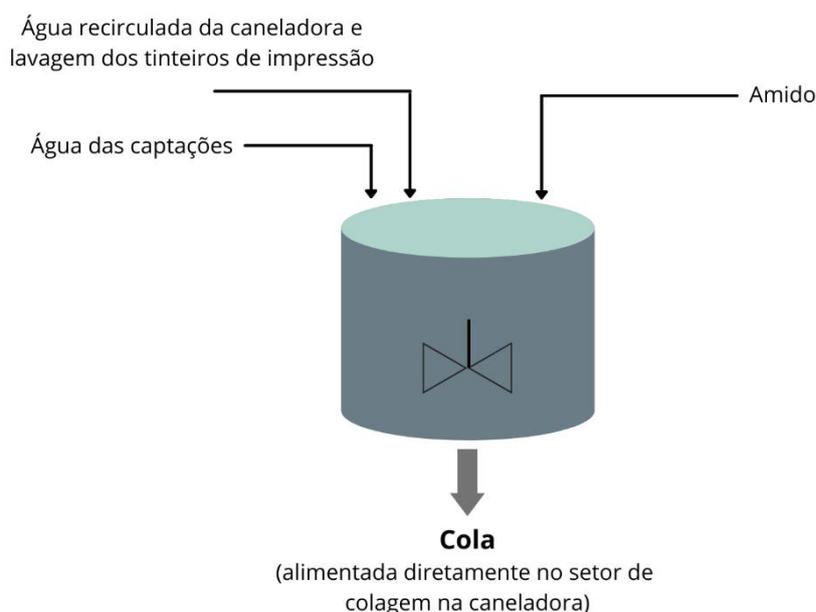


Figura 10 – Processo de fabrico de cola para a caneladora

3.5.2.2. Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais - ETARI

Os efluentes líquidos resultantes das operações de limpeza dos cilindros de impregnação da cola na caneladora e também da lavagem dos tinteiros de impressão no sector de fabrico de caixas são encaminhados para uma Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais existente na empresa.

O processo de tratamento consiste na utilização de produtos químicos, através de um sistema de coagulação/floculação que permitem agregar os poluentes existentes no efluente. Quando se atinge o volume para tratamento, inicia-se a bombagem da

água de processo do tanque de homogeneização para o tanque de tratamento químico. De seguida promove-se a sedimentação das lamas que depois de desidratadas num filtro prensa são acondicionadas em recipientes próprios e, sempre que a quantidade justifique, encaminhadas para aterro sanitário.

A água tratada é depois reutilizada na empresa para o fabrico de cola e na lavagem de máquinas (fabrico de caixas e caneladora).

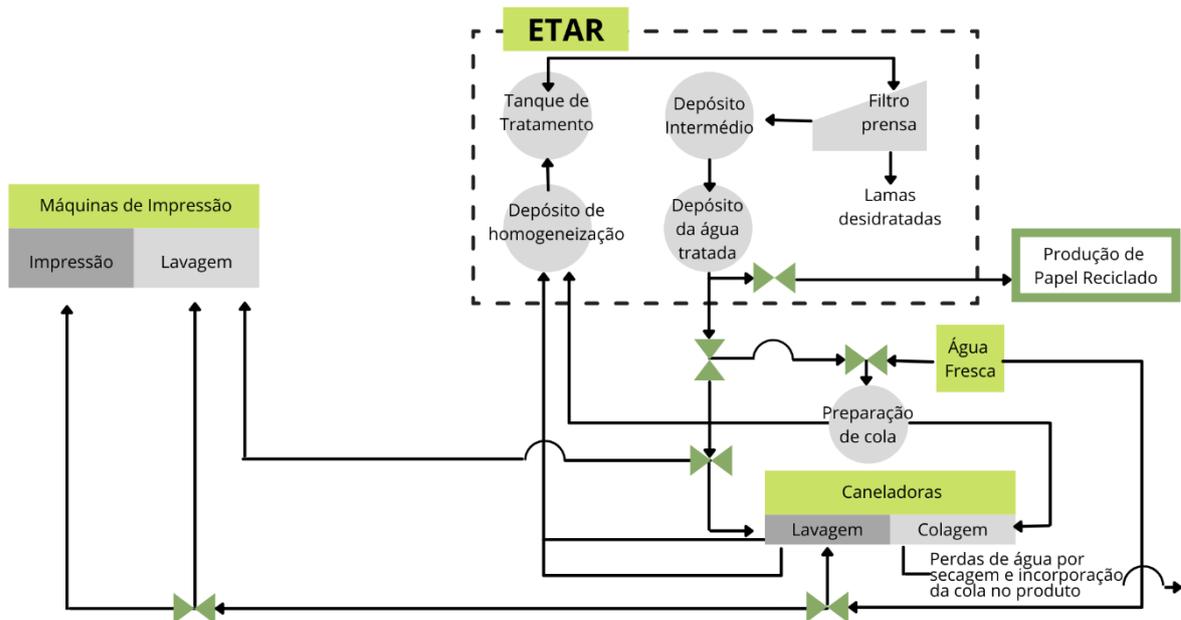


Figura 11 – Processo ETARI

3.6. Manutenção na Sociedade Transformadora de Papeis Vouga Lda

Tal como acontece em todas as empresas, a manutenção na Papeis Vouga tem como objetivo primário preservar o funcionamento apropriado dos equipamentos, garantindo a sua fiabilidade, bem como a sua disponibilidade. Por sua vez, a gestão da manutenção tem sob sua responsabilidade controlar os recursos técnicos e materiais para que estes sejam empregues eficazmente, assim como, avaliar as falhas dos equipamentos e supervisionar a sua operação.

O chefe do departamento de manutenção é o mesmo do departamento de produção de cartão canelado, o que explica a relação próxima entre estes dois departamentos.

Além do chefe de manutenção, o departamento é composto por três técnicos de manutenção que laboram no turno das 8:00h às 17:00h. Ou seja, se existir algum tipo de falha ou avaria das máquinas é solicitado aos técnicos que se desloquem à fábrica fora do horário laboral. No futuro seria importante que a empresa, para além de

alargar o número de técnicos de manutenção, contratar um técnico alocado ao horário noturno.

Os técnicos executam várias funções tais como: manutenção preventiva e corretiva aos equipamentos, organização das intervenções planeadas entre outras.

Um desses técnicos acumula a responsabilidade por todos os equipamentos automóveis, sejam eles de transporte, ou de movimentação interna na fábrica, dando como exemplo empilhadores elétricos, porta paletes elétricos ou manuais, varredora entre outros. Para esses equipamentos foi criado um plano de manutenção que é supervisionado por este técnico juntamente com o chefe de manutenção.

Embora não faça parte da estrutura organizacional do departamento, a empresa quando necessita de mão-de-obra excepcional ou então de mão-de-obra especializada para um determinado trabalho é comum recorrer à contratação de serviços externos. Estas contratações justificam-se por não ser vantajoso para a empresa ter mão-de-obra especializada para trabalhos que são realizados esporadicamente.

Dado que a equipa de manutenção é relativamente pequena é impossível lidar com todas as máquinas de que a empresa dispõe em simultâneo. Posto isto, o departamento de manutenção necessita de planear os seus trabalhos e quais as máquinas que terão prioridade sobre as restantes.

Assim sendo, no início de cada ano, o departamento reúne-se e define quais os equipamentos que serão prioritários, porém, isto não impede que ao longo do ano esta mesma lista de prioridades seja alterada em conjunto por todo o departamento. Desta forma, foi definido que a máquina mais crítica é a caneladora, no que toca a avarias, já que se estas ocorrerem impossibilitam o seu habitual funcionamento e a sua substituição é praticamente inexequível, na maioria dos casos, podendo dar origem a que o restante processo produtivo seja interrompido devido à falta de abastecimento de materiais.

3.6.1. Manutenção Preventiva na Papeis Vouga

Todos os anos, na Papeis Vouga são realizadas intervenções de cariz preventivo a todas as máquinas da empresa. Essas intervenções têm como principal foco atenuar tanto quanto possível a ocorrência de avarias, aumentando a fiabilidade dos seus equipamentos, e reduzindo as paragens relacionadas com as mesmas.

De maneira a auxiliar os técnicos de manutenção na realização dessas tarefas é facultado todos os anos uma *checklist* com as tarefas a desenvolver, sendo a mesma revista no início de cada ano pelo departamento.

Essa *checklist* é escrita tendo por base as recomendações dos fabricantes e as exigências regulamentares. Caso estas não existam, as intervenções preventivas são

realizadas de acordo com a experiência adquirida com outros equipamentos semelhantes.

Contudo, por vezes, as intervenções podem sofrer modificações conforme as necessidades estabelecidas pelo planeamento da produção para aquele equipamento, podendo ter de ser novamente calendarizado o dia previamente estipulado para a manutenção preventiva.

Em qualquer atividade de manutenção preventiva, não havia, inicialmente, por parte da equipa de manutenção a preocupação de registar informações relacionadas com a mesma, como a lista do material necessário, a mão-de-obra exigida ao reparo do equipamento, o tempo dedicado na realização da atividade, os custos associados entre outras informações relevantes. Por essa razão, não existe um controlo do desempenho destas atividades na empresa, contudo estes problemas serão tratados no capítulo destinado às propostas de melhoria.

3.6.2. Manutenção Corretiva na Papeis Vouga

Quando necessária a execução de atividades corretivas, estas primeiramente são iniciadas com a deteção de uma falha ou avaria por parte do operador da linha e este, por sua vez, comunica a falha ao chefe do departamento da manutenção.

Neste ponto o responsável pela manutenção tem de perceber qual o problema e a sua urgência. À medida que analisa as ocorrências observa a lista de prioridades já criadas para perceber qual é a prioridade.

De seguida, o chefe transmite à sua equipa de manutenção em que falha vão atuar e o que têm de fazer.

Os técnicos deslocam-se até ao equipamento em questão e podem se deparar com a capacidade ou não de resolver a situação. Em caso de não se conseguir resolver a falha ou avaria por não haver capacidade devido à especificidade do problema, é então adjudicada a reparação a uma empresa externa especialista em trabalhos de manutenção ou então ao próprio fabricante da máquina de modo a repor as condições habituais de funcionamento da máquina.

Se os técnicos internos forem capazes de resolver o problema pode novamente ocorrer duas situações:

- Possuem o material necessário e resolvem na hora;
- Não possuem o material:
 - Reportam ao responsável de manutenção;
 - O responsável de manutenção comunica o sucedido ao departamento de compras;
 - Adquire o material.

Por fim, procedem à reparação e depois de concluída comunicam a resolução da mesma ao chefe da manutenção. O diagrama BPMN 2.0 demonstra a sequência lógica de passos de uma manutenção corretiva.

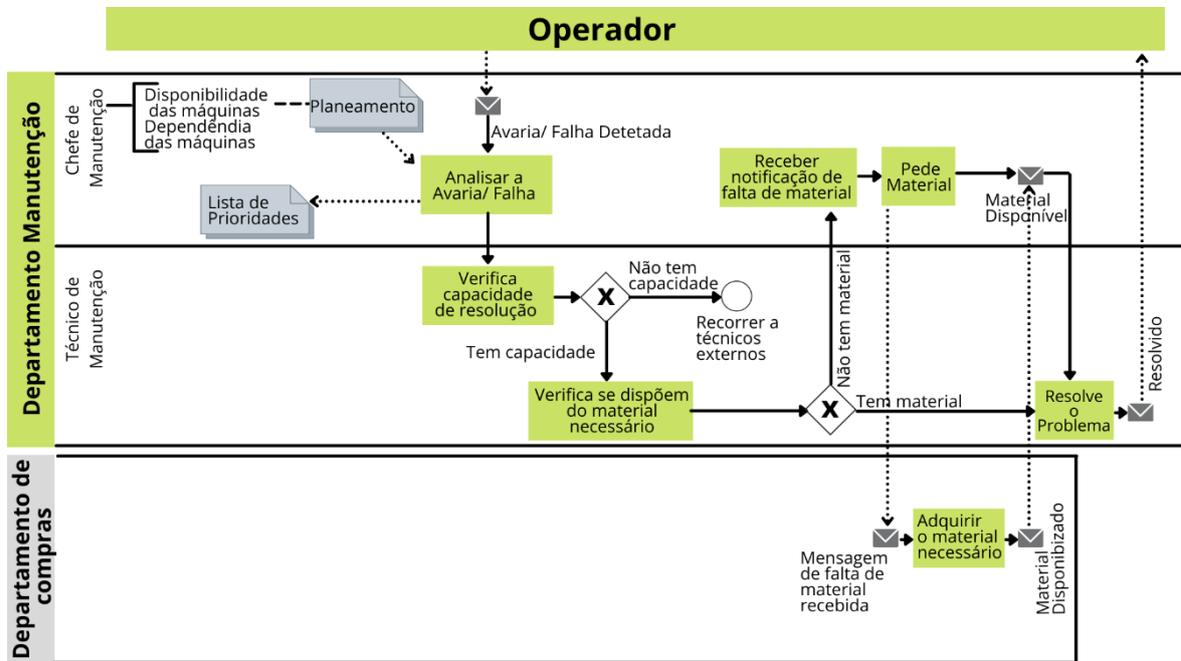


Figura 12 -Diagrama BPMN manutenção corretiva

Quanto ao registo das ações corretivas, até outubro só haviam sido registadas cerca de cinquenta e cinco intervenções, o que corresponde aproximadamente a seis intervenções por mês, número bastante irrealista. E apesar de existir estes registos, os mesmos tinham falta de informação, ou seja, só continham a data de realização, a tarefa e materiais. Estes registos encontravam-se arquivados numa pasta no Departamento de Manutenção.

3.7. TPM na Papeis Vouga

O conceito de TPM é apresentado por diferentes autores de forma semelhante, contudo o que acontece na realidade das empresas é que estas tendem a ajustar as regras e conceitos a fim de alcançar o sucesso na sua indústria. Um dos principais traços característicos do TPM passa pela sua capacidade de se moldar e adaptar a qualquer tipo de indústria.

Apesar de nunca ter estado em utilização na empresa, de um modo geral pode-se afirmar que o TPM não é novo para alguns dos seus colaboradores, em especial os que integram o departamento de manutenção.

Na Papeis Vouga, é impossível eliminar as avarias por completo apenas com ações de cariz preventivo e corretivo.

Dessa forma, a empresa decidiu implementar a metodologia TPM, inicialmente na área ligada à transformação do cartão canelado para reduzir o número de paragens associadas a esta secção, principalmente através da Manutenção Autónoma. A escolha desta área piloto prende-se com o facto de ser uma área em que a falha tem um carácter muito aleatório.

Através de uma inspeção diária dos equipamentos, por parte dos operadores que neles trabalham e que melhor conhecem o equipamento, pode levar a que detetem e corrijam eventuais problemas. Trata-se de problemas que o próprio operador, com uma adequada formação, pode resolver no imediato, sem ser necessária a atuação dos membros do departamento da manutenção.

No relatório de estágio, dos oito pilares que constituem o TPM, só serão discutidos aqueles que melhor se adequam à realidade da Papeis Vouga e que mais benefícios trarão para a empresa a curto e médio prazo. No entanto, esta implementação deve ser alargada futuramente para os restantes pilares constituintes, à medida que o conhecimento e a experiência da empresa sobre esta metodologia evolua.

É importante referir que apesar do elevado potencial desta metodologia, o TPM uma ferramenta que necessita de um planeamento adequado e também exige uma nova atitude por parte das pessoas, o que nem sempre é uma tarefa simples.

3.7.1. Manutenção Autónoma na Papeis Vouga

A manutenção autónoma tem como objetivo capacitar os operadores na aplicação de técnicas simples de manutenção, como é o caso da limpeza, pequenos ajustes e lubrificação, de forma a detetar/evitar eventuais problemas futuros. Dessa forma, os técnicos de manutenção ficam disponíveis para a realização de tarefas de maior valor acrescentado, como por exemplo reparações de maiores dimensões e de maior urgência.

Na Papeis Vouga, até ao momento, tal não acontecia na sua totalidade. Como foi referido anteriormente a manutenção é feita ou pelos técnicos de manutenção ou por empresas subcontratadas, não existindo uma participação ativa dos operadores nas atividades de manutenção.

Contudo, existem restrições a esta realidade, particularmente, a limpeza dos equipamentos. No presente os operadores já despendem algum tempo para limpeza e lubrificação dos equipamentos. Porém, apesar de existirem estas exceções, não são executadas de uma forma sistemática, isto é, não existe uma periodicidade fixa para a sua realização, nem está estipulado como deve ser executada nem que partes

necessitam de ser limpas ou por quem. Geralmente, o que acontece é que no final de cada turno é limpo o exterior da máquina e são retirados da zona envolvente os resíduos resultantes do processo (como aparas).

Em relação às lubrificações, estas são realizadas conforme o operador achar que é necessário, estando, por isso, relacionadas com a subjetividade de quem as pratica. Em grande parte dos casos, somente as partes mais visíveis são lubrificadas, ficando as restantes por lubrificar.

3.8. Registo e Gestão da Informação

O registo e a gestão da informação decorrente do processo de manutenção são de muitíssima importância pois, só dessa maneira é possível aferir o estado atual e se as mudanças estabelecidas no sistema estão a resultar em benefícios para a empresa.

Desde o início do estágio foi possível verificar que o departamento de manutenção descurava completamente tudo o que fosse trabalho burocrático ligado à manutenção, não existindo um adequado registo das atividades de manutenção. A desorganização da papelada presente nos escritórios juntamente com o facto de a mesma estar incompleta ou até mesmo errada, tornava a sua consulta mais complicada provocando uma perda de tempo superior ao exetável.

Além do mais, a desorganização da documentação e até mesmo a falta de documentação torna complicada a preparação antecipada dos trabalhos a efetuar. Esta carência exige, de certo modo, que a equipa de manutenção mantenha bem presente na sua memória os materiais e ferramentas que necessitam de usar, provocando esquecimentos e movimentações dispensáveis tanto para eles como para o armazém. Deste modo seria benéfico, no momento da implementação do *software* de gestão de manutenção, criar uma biblioteca de trabalhos padrão onde iria incluir os trabalhos que devem realizar assim como os materiais indispensáveis para a sua realização, reduzindo, assim, o tempo despendido em movimentações escusadas até ao armazém.

Além do mais, a inexistência de relatórios de trabalho, onde possam incluir quaisquer tipos de dados relacionados com um determinado trabalho de manutenção, como por exemplo materiais e ferramentas utilizadas, mão-de-obra utilizada, entre outros dificulta a obtenção de dados que permitam avaliar o estado atual do departamento.

Por conseguinte, face à descrição das situações anteriores, as propostas de melhoria incluem um conjunto de procedimentos que facilite e ao mesmo tempo torne eficaz o registo da informação, para que num futuro próximo seja possível manter um correto registo das ações de manutenção e retirar dados que permitam realizar uma análise da eficácia e eficiência do departamento.

4. Projeto Prático

4.1. Análise da Situação Inicial

No decorrer deste capítulo será descrita e analisada a situação inicial do departamento de produção do cartão canelado, com maior ênfase no processo de transformação do cartão canelado em embalagens.

4.1.1. Equipamentos

Como já foi referido, o trabalho desenrolou-se na unidade de cartão canelado, mais precisamente na parte produção das embalagens de cartão canelado. Nesta área existem cerca de 9 máquinas responsáveis pela produção das embalagens de cartão canelado.

Na Tabela 2, encontra-se de forma simplificada as principais funções de cada uma das máquinas. No início de 2020, a empresa adquiriu duas máquinas, uma *Casemaker* – 13 e uma Agrafadeira/ Coladeira – 34. A 34 foi adquirida com o objetivo de substituir uma máquina, a 33, que tinha como função o fecho das caixas utilizando apenas agrafos. Na Tabela 2, não consta a máquina 31, que possui também a função de fechar as caixas utilizando agrafos, uma vez que esta máquina desde finais de 2019 que se encontra inativa na cave da fábrica.

A Papeis Vouga procura constantemente a modernização do seu parque de máquinas e desta forma já procedeu à aquisição de mais uma *Slotter* e uma *Troqueladora* que substitui a já antiga, máquina 45.

Tanto nas *Casemakers* como nas *Troqueladoras* são atribuídos três operadores em cada turno, sendo um deles mais experiente que os outros. Este mais experiente é o chefe de máquina.

O chefe de máquina está responsável por supervisionar a qualidade do produto e controlar a velocidade de produção da máquina tendo em consideração as especificações do cartão.

Por sua vez, o operador 2 geralmente encontra-se na zona do Entregador/Tabulador e tem como função remover as placas de cartão que estão danificadas, e que por essa razão, impedem que o produto final seja de qualidade.

Por fim, o operador 3 normalmente é um colaborador recém-chegado à empresa e tem como funções fazer um último controlo à qualidade do conjunto empilhado.

As restantes máquinas só têm dois operadores e têm as mesmas funções descritas em cima.

Tabela 2 - Lista de equipamentos

Máquinas	Número de máquina	Descrição
Casemaker/Máquina Integrada	11	Permitem a impressão de um número máximo de 4 cores, realizam cortes e vincos, efetuam o fecho da caixa utilizando cola, permitem a colocação de cinta nos molhos das caixas e procedem à paletização dos mesmos. Permitem a utilização de cortantes curvos para efetuar os cortes das caixas.
	12	
	13	
Troqueladoras/Prensas	42	Permitem a impressão de um máximo de 4 cores, realizam cortes e vincos e procedem à paletização das caixas. No caso da máquina 45, esta utiliza cortantes planos para efetuar os cortes, ao contrário das outras que utilizam cortantes curvos.
	44	
	45	
Slotter	23	Permitem realizar impressão e cortes das caixas.
Agrafadeiras/Coladeiras	32	Realizam o fecho da caixa através da cola ou agrafes.
	34	

4.1.2. Indicador OEE

Na Papeis Vouga existem dois *softwares*: o *Pc-Toop* e o *ManWinWin*, este último será alvo de estudo no capítulo seguinte.

O *PC-Toop* é um *software* ligado à programação da produção na indústria do cartão canelado, permitindo que toda a informação associada à produção possa ser acessível em toda a fábrica, através de terminais de recolha de dados presentes em todas as máquinas.

Na prática, as principais funções deste *software* resumem-se ao planeamento tanto da caneladora como dos trabalhos nas máquinas de transformação.

Os terminais de recolha de dados presentes nas máquinas de transformação, permitem detetar automaticamente quer os tempos de *setup*, quer o início e fim da produção. O terminal também grava as quantidades produzidas pelas máquinas, utilizando para esse fim o contador que se encontra ligado à máquina.

Já para apurar a quantidade de produtos bons produzidos, o operador da máquina tem de inserir o número de paletes a produzir, as quantidades por palete e a quantidade na última palete.

O terminal pode ainda detetar e registar automaticamente as paragens não programadas das máquinas, no entanto as suas causas são introduzidas pelo operador mediante uma lista predefinida de possíveis causas.

O *Pc-Toop* cria relatórios de produção que podem ser consultados instantaneamente e para qualquer período, recorrendo aos tempos de *setup*, às paragens não programadas e ainda aos tempos e contagens da produção que são gravados e arquivados no *Pc-Toop*.

É de sublinhar que todos os valores apresentados durante este capítulo têm por base o *software Pc-Toop*.

Posto isto, e como referido na secção 2.3.2, o OEE é um indicador quantitativo do TPM usado não só para avaliar e analisar a eficiência de um equipamento, como também por permitir uma análise detalhada de todas as perdas através do desdobramento do seu cálculo, permitindo assim identificar áreas potenciais de melhoria.

Dos relatórios de produção produzidos pelo *Pc-Toop*, o “*Overall Equipment Efficiency Report*” como o próprio nome indica fornece dados relativo ao OEE e dos seus fatores: disponibilidade, desempenho e qualidade. Na Figura 13, encontram-se os valores do OEE das máquinas apresentadas na tabela, para o ano de 2020, bem como os respetivos valores referenciados no enquadramento teórico (85%).

Como se verifica na Figura 13, os valores do indicador OEE, provenientes do relatório “*Overall Equipment Efficiency Report*”, para o ano de 2020 encontram-se muito abaixo do 85% considerado como um valor de referência.

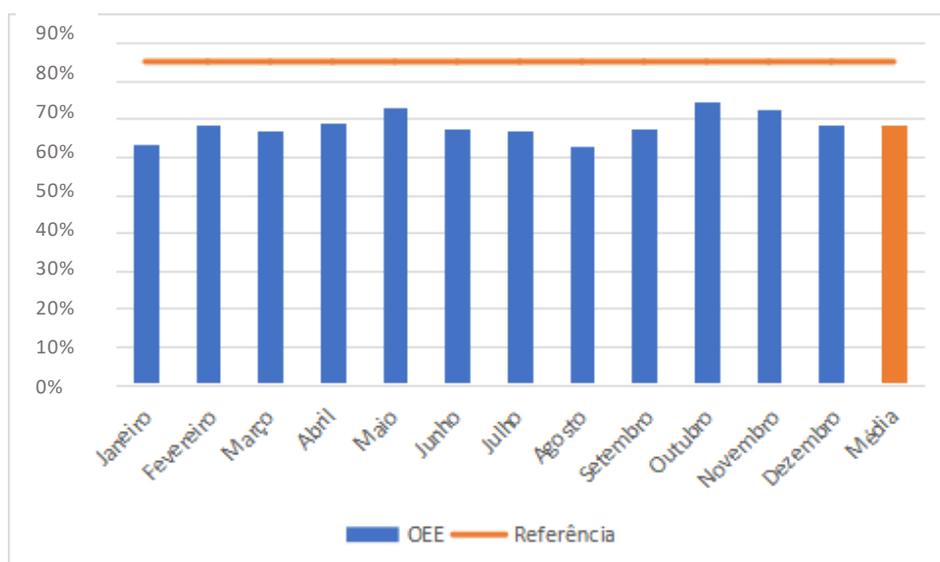
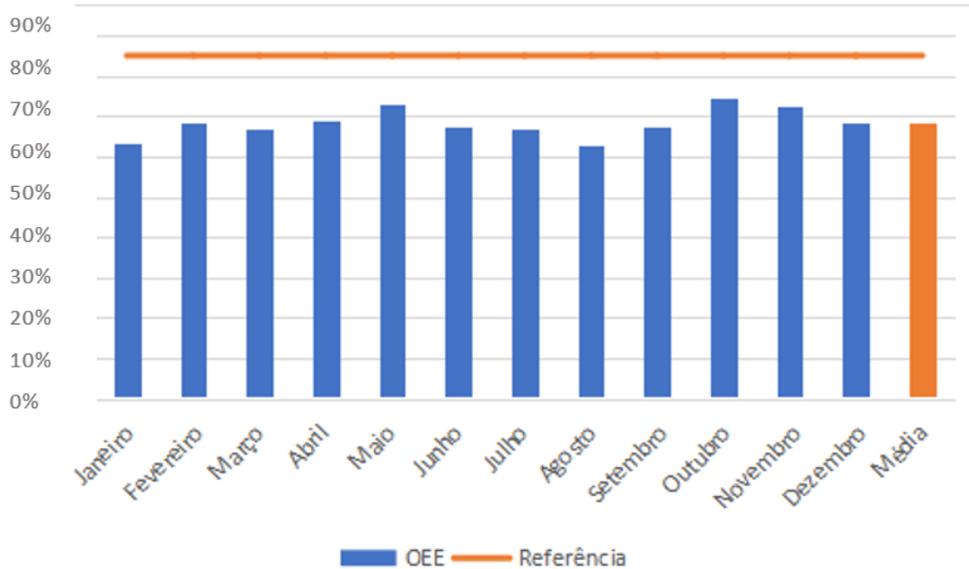


Figura 13 - Valor OEE mensal



Verifica-se ainda que apenas em três meses (maio, outubro e novembro) atingiu-se um valor de OEE superior a 70%, sendo que, os restantes meses se encontram abaixo desse valor.

Os valores mais baixos do OEE foram nos meses de janeiro e agosto, com 63,48% e 62,64% respetivamente. Estes valores devem-se ao facto de serem meses de paragem da fábrica. Durante estes meses, é ainda usual, as máquinas apresentarem mais problemas do que o normal por terem estado paradas.

Assim, conclui-se que os baixos valores de OEE das máquinas de transformação indiciam a obrigatoriedade de melhoria para que se consiga atingir um OEE de 85%.

4.1.2.1. Causas de Paragens

Como já havia sido mencionado, apesar de o *Pc-Toop* detetar e registar automaticamente as paragens não programadas das máquinas, as suas causas são introduzidas pelo operador segundo uma lista predefinida de possíveis causas.

As causas das paragens existentes no *Pc-Toop* podem ser divididas em diversas categorias tais como: avaria elétrica, materiais auxiliares, problemas do cartão, paragens do processo, avaria mecânica, problemas de organização, problemas de pessoal, limpeza e diversos. Essas mesmas categorias subdividem-se em diversas subcategorias que são escolhidas pelo próprio operador no momento de especificar a razão da paragem da máquina.

Em muitas situações acontece que os operadores não sabem como devem de declarar a paragem no *PC-Toop* e, por isso, classificam como “Diversos” ou então esquecem-se de declarar a paragem, sendo que o *Pc-Toop* assume estas situações como “mini-paragens de x minutos”. Estas duas situações têm de ser evitadas ao

máximo, inculindo nos operadores a responsabilidade de declarar todas as paragens e que as declarem adequadamente.

Para entender as paragens mais frequentes, foram analisados os dados relativos aos meses de outubro, novembro e dezembro de 2020 que correspondem a um total de 17022 paragens, o que equivale a 1802 horas e 41 minutos de paragem de máquinas.

Em baixo, a Figura 14 mostra a percentagem, do tempo total de paragens, respetivo a cada causa. Da Figura 14, conclui-se que as percentagens de tempo parado das máquinas de transformação encontram-se todas muito próximas umas das outras, sendo que a maior percentagem corresponde às avarias mecânicas com 22% do tempo parado, seguida dos 14% de tempo em que as máquinas estiveram paradas devido a problemas nos materiais auxiliares. Logo a seguir, com valores muito próximos surgem as percentagens das paragens do processo, os problemas de cartão, as faltas diversas, as mini-paragens, as avarias elétricas e os problemas de organização. As restantes paragens não foram consideradas por representarem números muito pequenos.

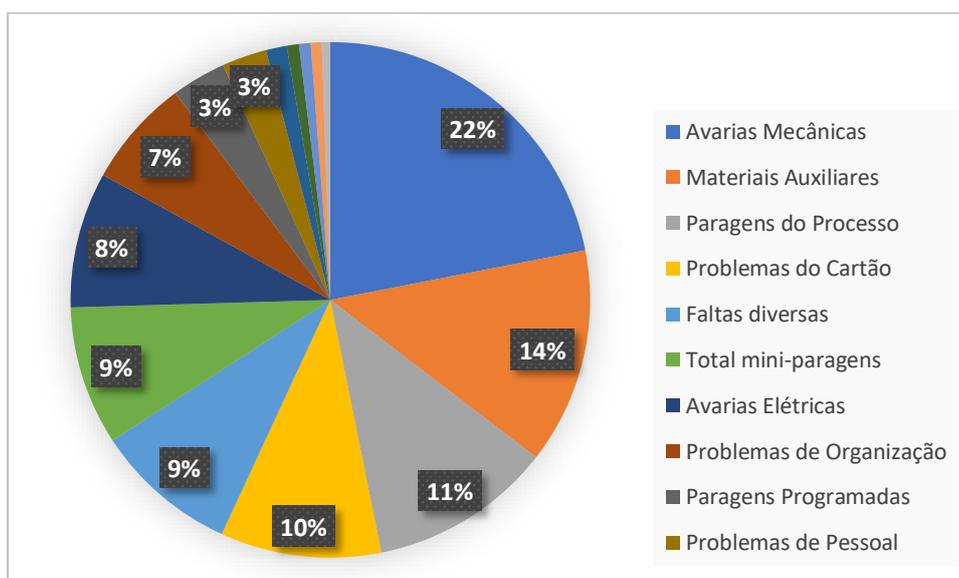


Figura 14 - Percentagem causas de paragem

Em baixo, no diagrama de Pareto aparecem as causas de paragem das máquinas de transformação, referidas acima, bem como o tempo total de cada uma entre outubro e dezembro de 2020. Analisando o diagrama 3, percebe-se que a paragem por avarias mecânicas representa um total de 395 horas de máquinas paradas, de outubro a dezembro de 2020. Logo depois, surge a paragem causada por materiais auxiliares com um total de 243 horas e 54 minutos. As paragens causadas por materiais auxiliares podem corresponder a várias situações como os defeitos na

reparação de molde quer pela carpintaria, quer pelo operador e problemas da cor/qualidade da tinta.

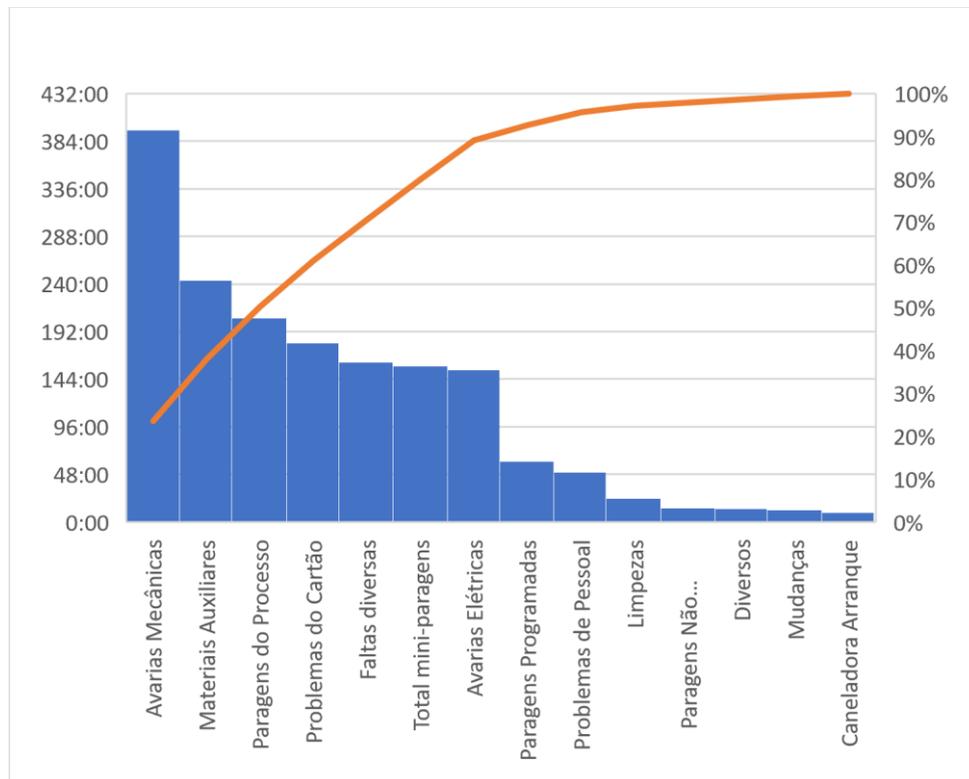


Figura 15 - Pareto paragens

Por fim, analisando a Figura 16, pode-se concluir que não existe uma correspondência entre as causas de paragem mais frequentes e o tempo associado, isto é, as causas que provocam maior tempo de paragem não correspondem às causas que ocorrem um maior número de vezes. Como referido ao longo de 2020 totalizaram-se 17022 paragens, sendo mais de metade, precisamente 79% correspondentes a paragens do processo e mini-paragens.

As paragens do processo correspondem aos encravamentos que podem-se suceder nos vários elementos constituintes das máquinas de transformação por vários motivos, sendo o mais comum a qualidade do cartão.

Já as mini-paragens como já foi referido acontecem quando o operador se esquece de declarar a paragem.

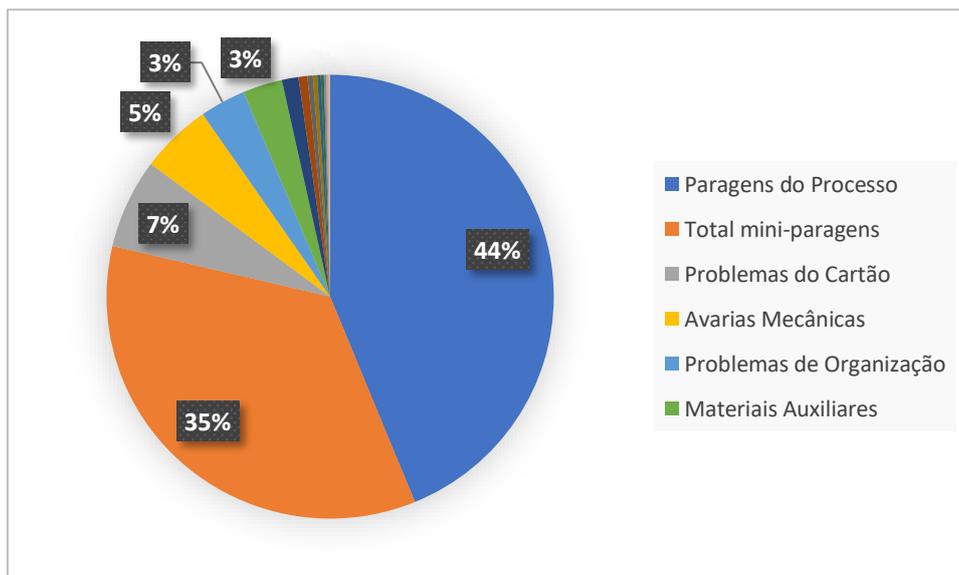


Figura 16 - Frequência de paragem

4.1.3. Equipamentos Mais Penalizantes

Depois de estudadas as causas de paragem dos equipamentos de transformação, fez-se uma análise dos equipamentos que pararam mais tempo devido a avarias, agrupando-as por tipologia de equipamento, como demonstra a Figura 17 – Tempo de Avaria de Cada Equipamento.

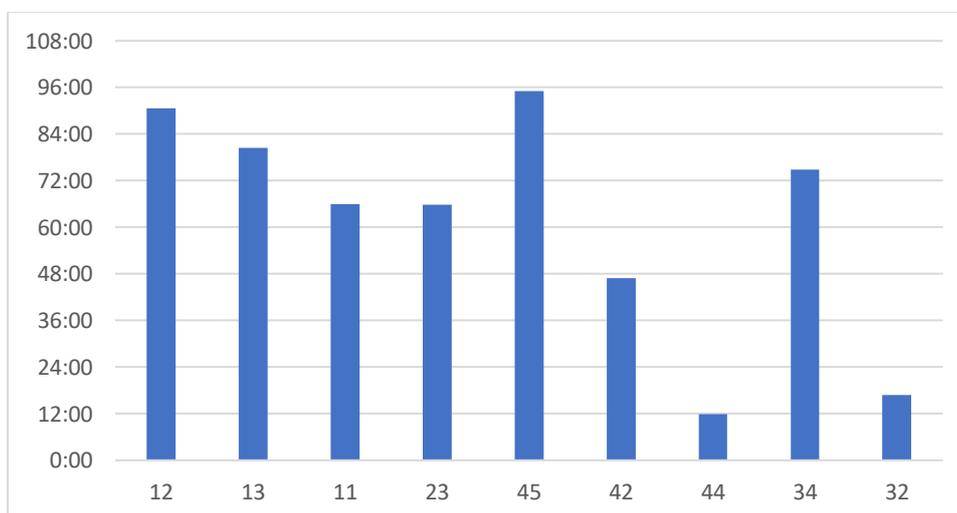


Figura 17 - Tempo de avaria de cada equipamento

Observando a Figura 17, pode-se concluir que o equipamento de transformação com um maior destaque em termos de tempo de paragem, entre um total de 9 máquinas responsáveis pela produção de uma embalagem de cartão

canelado, com cerca de 95 horas de paragem por avarias, é a 45. Portanto, pode-se afirmar que é a máquina mais crítica da zona de transformação.

Como vem referido na Tabela 2, esta Troqueladora tem a particularidade de utilizar cortantes planos para efetuar os cortes, ao contrário das outras Troqueladoras que utilizam cortantes curvos.

Muito próxima a esta máquina surge uma *Casemaker*, a máquina 12 com aproximadamente 90 horas e 41 minutos e, logo a seguir, surge uma outra *Casemaker*, a máquina 13 com 80 horas e 30 min de paragem por avarias.

A máquina 13, como também já foi referido, foi adquirida em 2020, no entanto, é uma máquina em segunda mão que tem apresentado mais problemas do que o expectável.

4.1.4. Indicadores de Desempenho da Manutenção

Durante este subcapítulo são calculados os indicadores de manutenção, explicitados no enquadramento teórico para as máquinas de transformação com objetivo de compreender o ritmo a que ocorrem as avarias, os tempos de reparação e a disponibilidade dos equipamentos.

4.1.4.1. Fiabilidade

Para estudar a fiabilidade das máquinas de transformação é fundamental realizar o cálculo do indicador MTBF. Uma vez que o MTBF representa o tempo médio entre falhas, este tem como objetivo determinar o tempo que sucede entre avarias consecutivas nestas máquinas, daí se conclui que quanto maior o MTBF melhor. Para o cálculo deste indicador é essencial ter os dados referentes ao número total de horas produtivas, ao número de horas de paragem e, por fim, o número total de avarias sucedidas. Na Figura 18 - MTBF em 2020, está representado o MTBF obtido ao longo do ano de 2020. Em 2020, o MTBF teve o valor médio de 5 horas e 58 minutos.

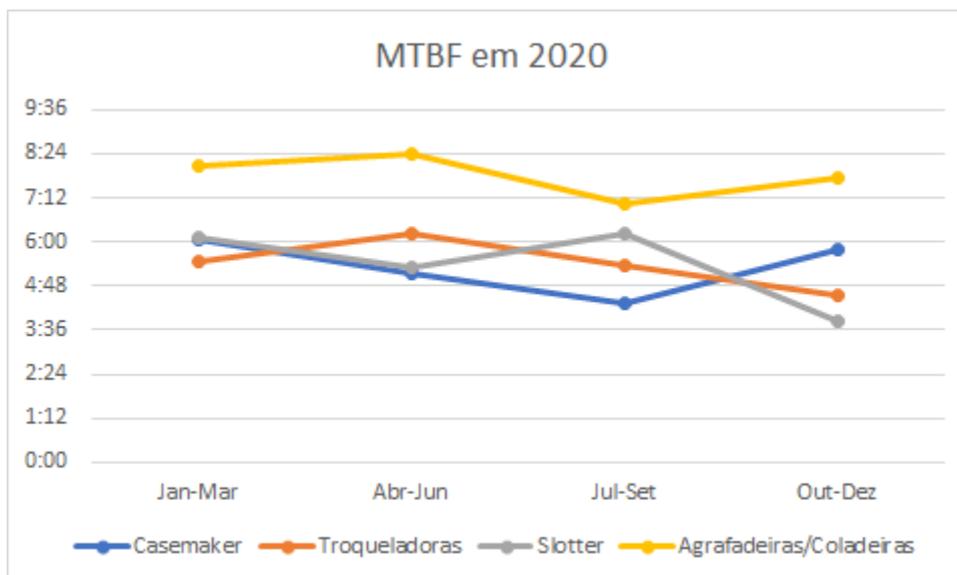


Figura 18 - MTBF em 2020

Observando a Figura 18, pode-se afirmar que os valores de MTBF para as 4 tipologias de máquinas não oscilam muito ao longo do ano de 2020. As tipologias *Casemaker*, *Troqueladoras* e *Slotter* apresentam valores de MTBF enquadrados no intervalo das 3 horas e 48 minutos e 6 horas e 15 minutos. As máquinas de agrafar e colar apresentam ao longo do ano valores de MTBF muito superiores ao intervalo acima referido, sendo que o valor mais baixo de MTBF foi de 7 horas e 1 minuto nos meses de julho a setembro. Este distanciamento em relação às outras tipologias de máquinas pode ser justificado por serem as máquinas mais recentes da unidade de produção de cartão canelado e por isso são aquelas que apresentam menor desgaste.

4.1.4.2. Manutibilidade

Para realizar o estudo da manutibilidade das máquinas de transformação é fundamental calcular o indicador MTTR. O MTTR permite saber o tempo médio necessário para reparar uma avaria, ou seja, contrariamente ao MTBF quanto menor for o valor do MTTR melhor, o que significa que o tempo médio de reparação das avarias é baixo.

Para o cálculo deste indicador é essencial ter os dados referentes ao tempo total de manutenção corretiva (ou seja, o tempo total dedicado na reparação do equipamento) e ao número total de avarias.

Para reduzir o valor deste indicador, o departamento de manutenção terá de ter atenção a estes dois fatores, e tentar reduzi-los. Note-se que não existe nenhum valor considerado ideal para este indicador, dada as particularidades de cada empresa um

valor que seja ótimo para uma determinada empresa poderá não o ser para outra realidade empresarial.

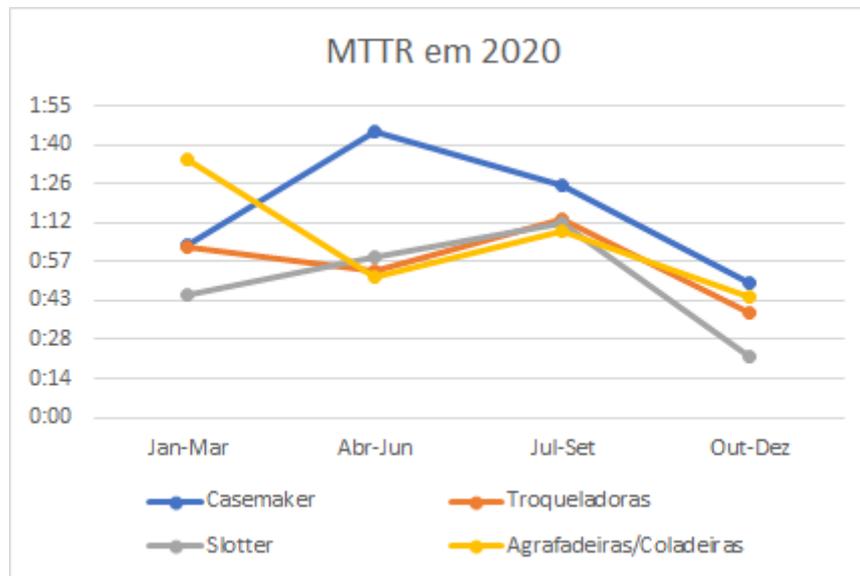


Figura 19 - MTTR 2020

Em 2020, os técnicos de manutenção demoraram, em média, cerca de 1 hora e 2 minutos a resolverem uma avaria.

Contrariamente ao que acontecia com o MTBF, as máquinas apresentam altos e baixos valores de MTTR ao longo de 2020.

Nos três primeiros meses do ano, as *Casemakers* foram o tipo de máquinas que tiveram maior MTTR, sendo o valor mais baixo (50 minutos) atingido no último trimestre do ano de 2020.

Também se verifica que de julho a setembro as *Troqueladoras*, o *Slotter* e as máquinas de colar e agrafar apresentam valores muito próximos uns dos outros, no intervalo de 1 hora e 9 minutos a 1 hora e 26 minutos.

É ainda importante salientar que todos os tipos de marcas registaram uma descida no valor de MTTR entre outubro e dezembro, o que quer dizer que durante esses três meses os técnicos de manutenção foram mais rápidos a solucionar os problemas das máquinas.

O MTBF e o MTTR não são utilizados para calcular a mesma coisa, logo não deve ser escolhido um em detrimento de outro. Ao invés, a manutenção de qualquer empresa deve trabalhá-los em conjunto e acompanhá-los de perto para perceber se as suas práticas de manutenção estão a ter impactos positivos ou não.

4.1.4.3. Disponibilidade

Em condições ideais, todos os equipamentos de uma empresa teriam uma disponibilidade de 100%, no entanto isso não corresponde à realidade vivida nas empresas. Com os valores de MTBF e MTTR obtidos anteriormente é possível calcular a disponibilidade das máquinas de transformação, para o ano de 2020.

Em 2020, a disponibilidade teve o valor médio de 85%. Observando a Figura 20, constata-se que das 4 tipologias de máquinas existentes na Papeis Vouga, a *Casemaker* é a que apresenta uma maior discrepância nos valores da sua disponibilidade durante o ano de 2020, o que pode ser explicado pelos valores de MTTR oscilarem significativamente no decorrer do ano. O seu maior valor de disponibilidade (87%) foi conseguido nos últimos três meses do ano, já o seu menor valor ocorreu de abril a junho (74%). Os restantes tipos de máquinas em estudo não apresentam grandes oscilações de disponibilidade, estando os seus valores enquadrados entre os 81% e 91%, uma diferença de somente 10%.

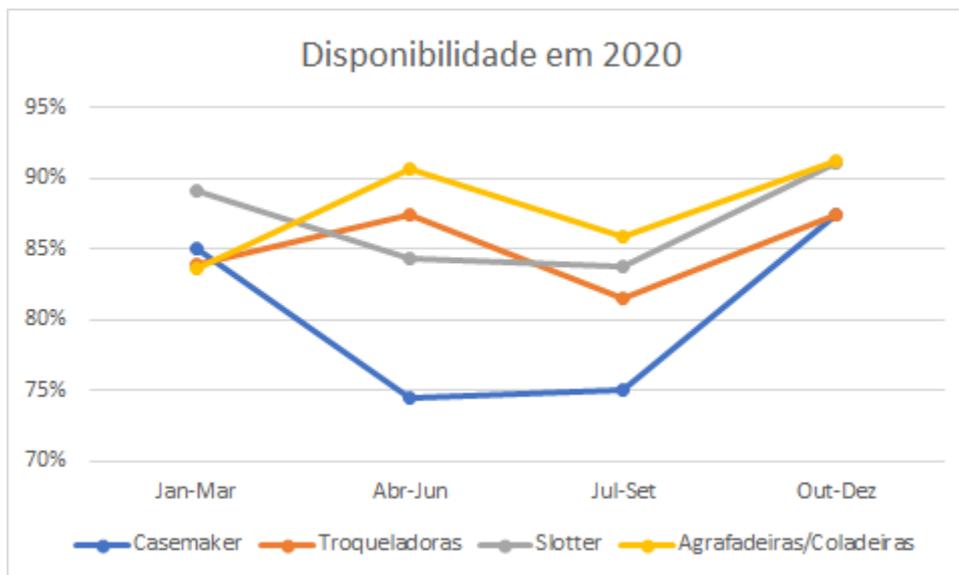


Figura 20 - Disponibilidades 2020

4.2. Implementação de Melhorias

Tal como descrito anteriormente, tanto as máquinas transformadoras de cartão canelado em embalagem como a própria gestão da manutenção na Papeis Vouga apresentam vários problemas e oportunidades de melhoria. Assim, ao longo do subcapítulo são apresentadas sugestões de melhoria, bem como a sua descrição e a explicação das suas implementações para fazer face aos problemas detetados.

No que diz respeito à análise da gestão da informação do processo de manutenção, como foi explicado, apresenta algumas limitações que serão solucionadas com a implementação de um *software* computadorizado de gestão da manutenção.

Em relação aos outros problemas, a sugestão de melhoria encontrada foi promover na empresa a metodologia TPM, iniciando pelos pilares mais simples e básicos de modo a demonstrar a todos os participantes no processo as vantagens da metodologia para a empresa, expandido depois esse trabalho.

4.2.1. Registo e Gestão de Informação

Este subcapítulo surge no seguimento dos problemas identificados anteriormente, como a inexistência de registo das atividades de manutenção e a ausência de organização da documentação referente à manutenção.

Desse modo, foi proposto pelo departamento iniciar a implementação de um *software* computadorizado de gestão da manutenção que respondesse aos problemas encontrados denominado *ManWinWin* na sua versão atualizada 6.5.1.7..

O *ManWinWin* é um software de Gestão de Manutenção, desenvolvido por uma empresa portuguesa ligada à consultoria em Engenharia, a *Navaltik Management*. Na prática, e tal como acontece com os melhores *softwares* de gestão de manutenção, o *ManWinWin* é uma ferramenta que auxilia o dia a dia de qualquer gestor de manutenção, no entanto, o *software* não vale por si só nem substitui os técnicos de manutenção. Este *software* permite a codificação e registo dos bens de manutenção, o planeamento e gestão dos trabalhos de manutenção, a quantificação do esforço e dos custos de mão-de-obra, materiais e serviços, a gestão de armazéns e os consequentes indicadores de desempenho de manutenção.

É de salientar que, o processo de tomada de decisão do *software* computadorizado de gestão da manutenção, neste caso o *ManWinWin* foi da inteira responsabilidade do chefe do departamento e a escolha já tinha sido feita muito antes do início do projeto de estágio.

Apesar de a empresa ter à sua disposição a versão mais recente do *software*, não procedeu à adjudicação dos módulos de armazém e de encomendas. Contudo, os mesmos foram disponibilizados na sua versão demo para um período experimental.

Assim sendo, só é utilizado na íntegra o módulo de manutenção e pedidos de manutenção.

O módulo de manutenção é a base do sistema e inclui: Parque (codificação, características técnicas e planos de manutenção dos objetos de manutenção), os Trabalhos (gestão das ordens de trabalho), os Materiais (definição da norma de codificação dos materiais e constituição do mestre de artigos) e as Análises, Relatórios

(tabelas, listas e gráficos) e Indicadores de desempenho (criados pelo próprio utilizador).

Já o módulo pedido de manutenção é um módulo periférico e independente, que funciona fora da interface principal, para a realização e acompanhamento de pedidos de manutenção.

Uma das potencialidades deste módulo é que os acessos a este são ilimitados contrariamente ao que acontece com o módulo de manutenção. O módulo de manutenção só pode ser acedido de acordo com o número de postos de trabalho adjudicados pela empresa. Como a Papeis Vouga só adjudicou dois postos de trabalho só duas pessoas poderão estar simultaneamente neste módulo, o que constitui uma limitação.

Antes de utilizar o sistema de gestão é fundamental que primeiramente se parametrize o mesmo. A parametrização é um passo de extrema importância uma vez que, nela serão estabelecidas normas que acompanharão o dia-a-dia da organização. Assim, convém que se escolham opções realistas e prudentes.

Uma vantagem fundamental que o *software* apresenta é a disponibilização de uma base de dados pré parametrizada pronta a ser utilizada de acordo com o que se pretende gerir: edifícios, frotas ou parques industriais. No entanto, devido à indústria do cartão ser tão específica e característica foi necessário ajustar a parametrização de acordo com a estruturação da empresa.

De seguida será explicada como foi realizada a parametrização do *software*.

4.2.1.1. Parametrização da Organização Funcional

O método de trabalho foi teve início com a identificação das grandes áreas fabris ou grandes grupos. Posteriormente, dividiu-se cada uma dessas áreas em subáreas ou sistemas. Foram identificados 5 grandes grupos ou áreas fabris, como demonstra a Tabela 3.

Tabela 3 - Áreas Fabris

Codificação de Grandes Grupos
00 - Geral & Infraestruturas
01 - Fabrico de Papel
02 - Caneladora / Prod. Cartão
03 - Transformação / Prod. Embalagem
04 - Sistemas Auxiliares

Destaca-se que, o grupo Fabrica Geral & Infraestruturas representa sistemas que não podem ser atribuídos a áreas fabris específicas, tais como, laboratórios, básculas, frota de carga, etc. Já o grupo Sistemas Auxiliares corresponde a todos os sistemas de apoio, tais como, a distribuição elétrica, o ar comprimido e o vapor.

Depois de identificados as grandes áreas fabris, o passo seguinte depreendeu-se com o desenvolvimento do segundo nível - a especificação dos sistemas dentro de cada grupo. Uma vez que a empresa se encontra em fase de crescimento, optou-se por deixar espaços entre os vários sistemas, tal como demonstra a Figura 21.

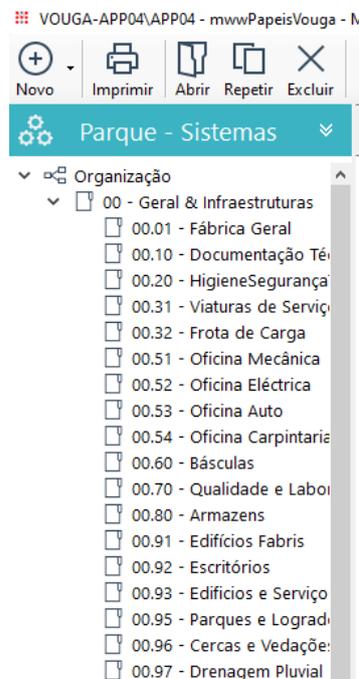


Figura 21- Grupos definidos

Criaram-se cerca de 66 tipos de objetos, sendo que um deles tem a designação de Recodificar e é adequado aos casos em que há uma necessidade de análise face às dúvidas que possam surgir relativamente ao tipo de objeto que se trata.

Figura 22 - Definição tipo de objeto

4.2.1.2. Parametrização da Intervenção Técnica

Nesta etapa, definiram-se e codificaram-se os departamentos presentes na área de intervenção técnica (departamentos e especialidades) que atuam na manutenção, onde é possível enquadrar todo e qualquer colaborador que interfira na manutenção ou nos pedidos à manutenção. A codificação “Pessoal exterior” refere-se essencialmente a mão-de-obra subcontratada.

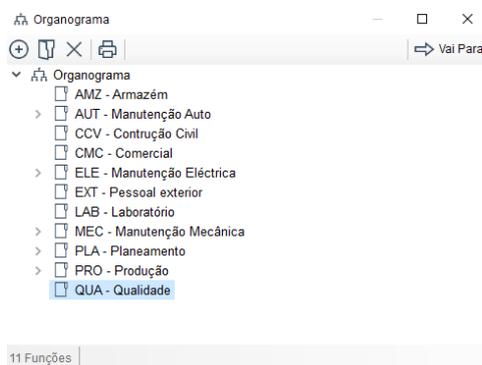
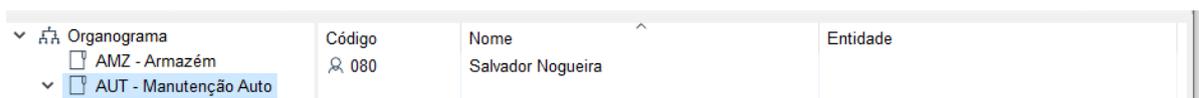


Figura 23 – Organograma

Depois de serem criados todos os departamentos e especialidades intervenientes na manutenção, associou-se a cada um deles os funcionários com os números de mecanográficos correspondentes.

Por conseguinte, associou-se a cada departamento ou especialidade interveniente na manutenção cerca de 23 funcionários, ou seja, aqueles que tem um papel mais preponderante no seio da empresa como é o caso dos operadores de máquina, técnicos de manutenção e chefes de turno.



Código	Nome	Entidade
080	Salvador Nogueira	

Figura 24 - Associação de funcionários

Além dos departamentos ou especialidades e dos colaboradores, registaram-se também os fornecedores que podem intervir na manutenção da Papeis Vouga (tanto os prestadores de serviços como os fornecedores ou representantes dos equipamentos e os fornecedores de peças e materiais de manutenção), tendo em conta o código utilizado na contabilidade.

Até ao preciso momento, foram criados cerca de 51 fornecedores, sendo o preenchimento da informação a eles associada de carácter opcional. Apesar de ser de carácter opcional, na maior parte destes fornecedores preencheu-se as principais informações a eles associados tais como: Nome Abreviado, NIF, Contacto, Telefone e Local/Cidade.



Código	Nome Abreviado	NIF	Contacto	Telefone	Sector	Local / Cidade	País
100019	Almeida Picheleiro	109141342	Contacto 1	227 454 711		S.Paio de Ol...	Portugal

Figura 25 – Fornecedores

4.2.1.3. Registo dos Objetos/Equipamentos

Após a finalização da parametrização inicial, introduziram-se as bases de informação necessária para que se pudesse proceder à gestão da manutenção. Isto é, começaram-se a inserir os dados necessários, nomeadamente os objetos de manutenção, decidir quais são os objetos de gestão e definir os seus planos de manutenção preventiva e as suas ordens de trabalho (OT's).

Cada objeto não tem obrigatoriamente de ter um plano de prevenção preventiva associado, no entanto todos os objetos têm de estar registados no parque, para que, mesmo que não tenham um plano associado, possam ser sujeitos a uma vigilância constante ou de manutenção corretiva quando for necessário.

Para que um objeto de manutenção seja registado necessita de ser codificado e coordenado num centro de custo e na organização funcional.

Iniciou-se pelos objetos “pai”, coordenando-os nas estruturas funcionais e de nomenclatura criadas anteriormente, indicando as correspondentes características técnicas na ficha técnica criada também durante a parametrização inicial.

Depois de ter todos os objetos “pai” criados, prosseguiu-se da mesma forma, registando-se os objetos de manutenção descendentes e os restantes. Neste passo é importante ter a atenção para não registar peças como objetos de manutenção.

Assim sendo, foram registados cerca de 1238 objetos, sendo que 94 deles já foram dados como inativos.



Figura 26 – Parque de objetos

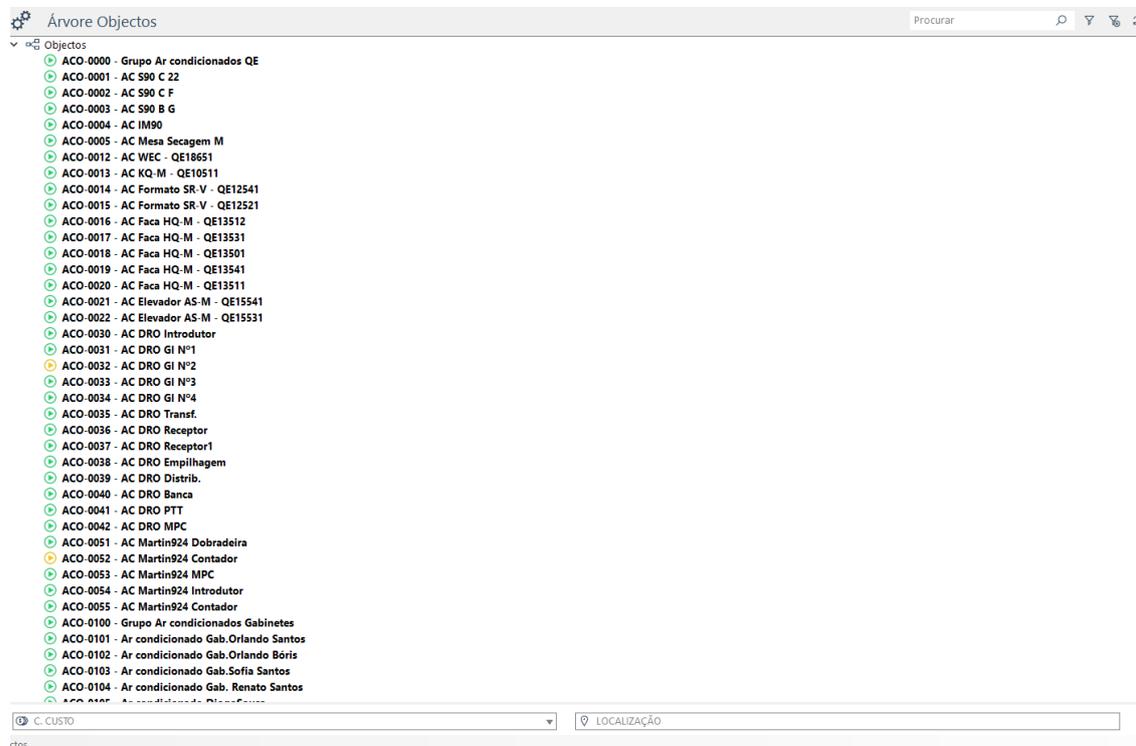


Figura 27 - Árvore de objetos

4.2.1.4. Registo dos Artigos de Manutenção

Para a introdução dos materiais recorreu-se à estruturação fornecida pelo *software*, procurando enquadrar o que se pretendia registar nessa mesma estrutura.

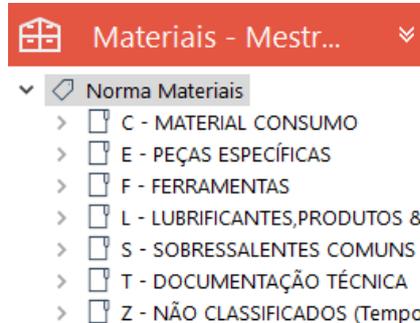


Figura 28 - Estrutura para registo dos artigos

Decidiu-se então que apenas seriam registados os materiais e/ou peças necessárias para a manutenção, independentemente de existirem ou não em armazém, perfazendo um total de 78 artigos registados.

Tornou-se também, possível associar os artigos aos objetos onde são utilizados.

Uma vez que a empresa não adjudicou o módulo de armazéns não é possível controlar as existências dos artigos e respetivos movimentos (inventários, entradas de armazém, saídas de armazém, devoluções a fornecedores, devoluções ao armazém, transferências entre armazéns).

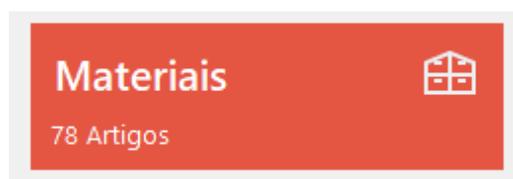


Figura 29 - Menu de materiais

Figura 30 - Associação de artigos

4.2.1.5. Criação de um Plano de Manutenção de um Objeto de Manutenção

4.2.1.5.1. Criação de OT's

Todas as intervenções que requerem o uso de recursos sejam eles mão de obra, materiais ou serviços são inseridas no *ManWinWin* sob a forma de ordens de trabalho com o tipo de trabalho devidamente identificado.

As ordens de trabalho podem passar pelos seguintes estados: Programada, Em Curso, Terminada e Encerrada.

- **Programada** – Trabalho planeado que tem uma data para a sua realização;
- **Em Curso** – Trabalho que já foi emitido e cuja gestão, até ser finalizado, pertence à entidade responsável da área da intervenção técnica;
- **Terminada** – Trabalho que terminou, mas que a OT ainda pode receber alterações e registos de informação;
- **Encerrada** – Trabalho que já não pode receber qualquer tipo de alteração ou registo.

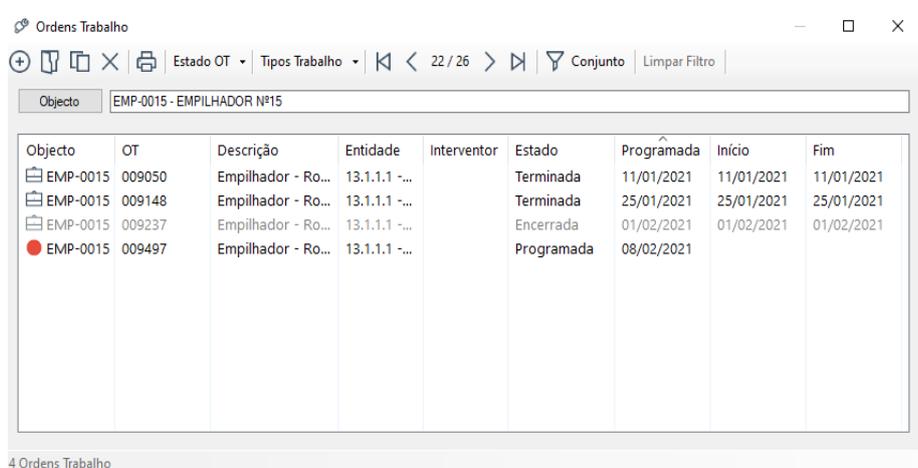
O *ManWinWin* permite distinguir 3 Tipos Manutenção (que são configurados no menu Parametrização, opção Trabalhos / Tipos Trabalho):

- Planeada/ Sistemática;
- Planeada/ Não Sistemática;
- Não Planeada/ Não Sistemática.

Já cada Tipo de Manutenção pode subdividir-se em Tipos de Trabalho (“ilimitados” dentro de cada tipo manutenção). Optou-se por não adicionar, nem substituir a parametrização fornecida pelo programa.

Posto isto, foram criadas todas as OT's preventivas sistemáticas que foram definidas de acordo com o calendário ou com um registo de funcionamento definido para o equipamento (horas, quilómetros, ciclos, etc).

O *ManWinWin* dispõe de um "sistema de alertas" sob a forma de semáforo que é atualizado dinamicamente conforme a data estipulada para o começo dos trabalhos. Uma das outras potencialidades deste *software*, nomeadamente para as OT's preventivas sistemáticas, é um melhor planeamento das mesmas, dado que sempre que uma OT deste tipo é dada como terminada, o *ManWinWin* cria automaticamente a próxima, conforme o plano de manutenção já definido, tal como demonstra Figura 31.



The screenshot shows the 'Ordens Trabalho' application window. At the top, there is a search bar with the text 'EMP-0015 - EMPILHADOR Nº15'. Below the search bar is a table with the following columns: Objecto, OT, Descrição, Entidade, Interventor, Estado, Programada, Início, and Fim. The table contains four rows of data, with the last row highlighted in red.

Objecto	OT	Descrição	Entidade	Interventor	Estado	Programada	Início	Fim
EMP-0015	009050	Empilhador - Ro...	13.1.1.1 -...		Terminada	11/01/2021	11/01/2021	11/01/2021
EMP-0015	009148	Empilhador - Ro...	13.1.1.1 -...		Terminada	25/01/2021	25/01/2021	25/01/2021
EMP-0015	009237	Empilhador - Ro...	13.1.1.1 -...		Encerrada	01/02/2021	01/02/2021	01/02/2021
EMP-0015	009497	Empilhador - Ro...	13.1.1.1 -...		Programada	08/02/2021		

Figura 31 - Criação automática de OT's

O *ManWinWin* permite ainda ao gestor de manutenção reprogramar ou não a realização das OT's. O *software* disponibiliza um calendário OT que possibilita ao utilizador visualizar graficamente a proximidade dos trabalhos, o seu estado e possíveis sobreposições. O que acontece é que o utilizador tem a possibilidade "arrastar" as OT's que ainda estão programadas de uma data/hora para outra.

Além disso, existe a possibilidade de introduzir o motivo de reprogramação (pré-parametrizado) para futura avaliação, embora não seja obrigatório este registo. Para não realizar a OT basta seleccionar a OT em questão, depois abrir o separador da gestão e seleccionar a hora e data para a não realização.

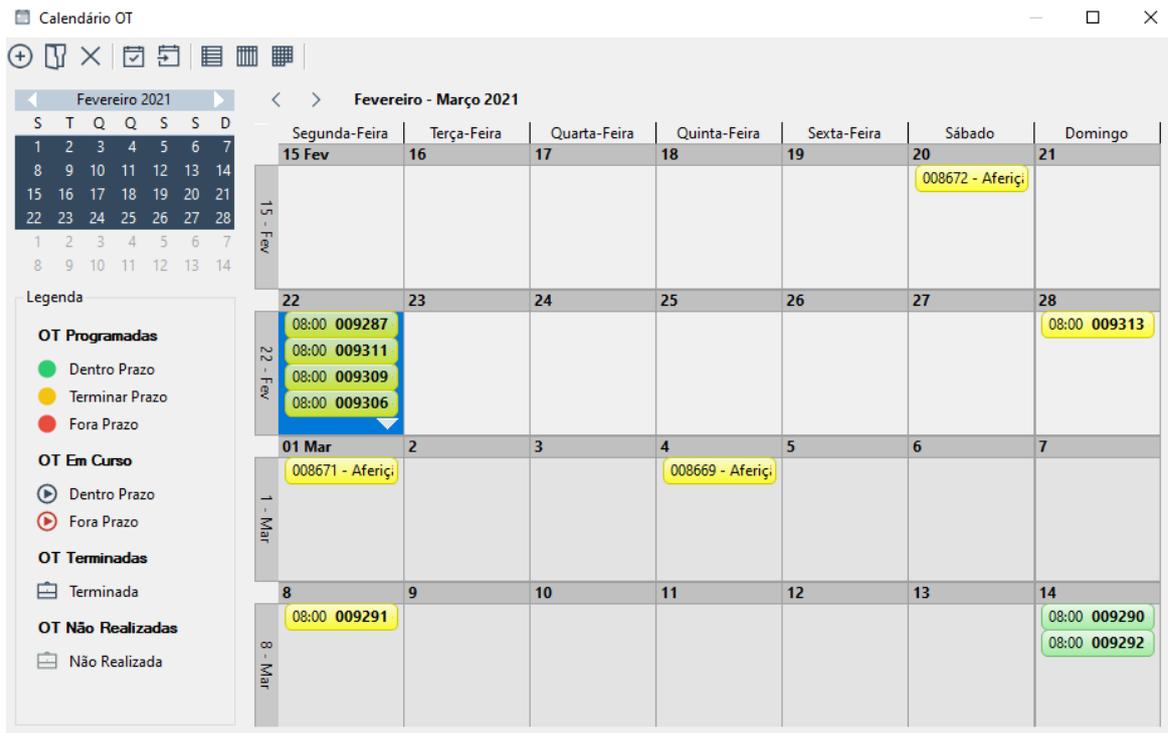


Figura 32 - Calendário OT's

As ordens de trabalho não sistemáticas são geralmente despoletadas por um pedido de intervenção. Como foi mencionado anteriormente, o módulo pedido de intervenção é um módulo que funciona fora da interface principal e que pode ser acessado por vários colaboradores, desde que estejam inseridos no sistema na área de intervenção técnica. Depois de ser solicitado algum tipo de intervenção, o chefe de manutenção cria uma ordem onde indica a descrição e seleciona o objeto ou equipamento onde a intervenção será realizada.

À posteriori, seleciona-se o tipo de trabalho, que neste caso, não é planeado. No separador gestão, insere-se a data do trabalho e segue-se para o separador diagnóstico onde se inserem as informações da avaria (órgão que sofreu a avaria, sintoma e causa).

Também é possível realizar preparações para a ordem de trabalho. Com o histórico das ordens de trabalho (separador diagnóstico), podem ser consultados os modos de falha com as respetivas ações corretivas.

Ordem Trabalho

OT N.º: **009115** Descrição: **Substituição de gratins na zona dos grupos impressores** Em Curso

Origem: Gestão Pedidos Diagnóstico Tarefas Preparações Mão de Obra Artigos Outros Custos Leituras Ferramentas Documentos

Objecto: GGG-0004 - MÁQUINA MARTINDRO Rotáveis Grau Urgência: Normal

Sistema: 31.60 - MARTINDRO Contrato

C. Custo: 12.3.3.2.3 - 45 - MARTIN DRO

Projecto:

FMP:

Tipo Trab.: C - CORRECTIVA

Interventor: Interno Externo

Fornecedor: 100428 - SOC.METALURG.JROLIVE

Responsável: E01 - JOAQUIM REIS

Prev. TDM (H): Bloquear temporariamente OT

Cód. Utiliz. N.º 01: Cód. Utiliz. N.º 02:

Periodicidade: Data Fixa Registo Fixo

Calendário: Registos: (H) FMP Próxima FMP:

Terminar NR Encerrar OK Cancelar Aplicar

Figura 33 - Registo OT's

4.2.2. Implementação da Metodologia TPM

Em concordância com o referido anteriormente, a aplicação da metodologia foi adaptada para a realidade e as necessidades da empresa. Dessa forma, ao longo desta seção será apresentado os pilares que foram abordados e implementados na empresa ao longo do projeto de estágio.

4.2.2.1. 5S's

Para além dos tradicionais oito pilares constituintes do TPM, pode ser considerado que num outro nível mais baixo da “pirâmide TPM”, ou seja na base, está a Metodologia 5S's.

O objetivo da Metodologia 5S's passa na prática por tornar o espaço de trabalho limpo e organizado proporcionando aos equipamentos as melhores condições de funcionamento possíveis. Ou seja, é impossível dissociar a metodologia 5S's do TPM, uma vez que num local de trabalho limpo e organizado, as peças e ferramentas são muito mais fáceis de encontrar e os problemas emergentes também.

Tal como acontecia com o TPM, alguns colaboradores da empresa já tinham conhecimento das potencialidades desta ferramenta, no entanto eram poucas ou nenhuma as áreas onde os 5S's eram aplicados na empresa.

Posto isto, foi decidido aplicar os 5S's numa área piloto - na máquina 23. O motivo pelo qual esta foi a área piloto deve-se ao facto de o retorno poder ser mais visível num curto espaço de tempo pelo estado inicial da máquina e pela sua zona circundante.

Como se pode ver pela Figura 34 – Estado Inicial, as lâminas, pegas e acessórios utilizados estavam todos misturados uns com os outros em cima da bancada de trabalho, não existindo um local apropriado para os mesmos perdendo-se muito tempo na procura destas peças. Verificou-se também que depois de as peças serem utilizadas, não eram limpas e como não existia um local apropriado para as mesmas, o local encontrava-se habitualmente sujo e com um ar pouco “acolhedor”.



Figura 34 - Estado inicial

4.2.2.1.1. Seiri (Triar)

Este primeiro S é caracterizado por deixar no local de trabalho apenas o que é extremamente necessário, eliminando assim aquilo que é desnecessário ao exercício das atividades. Para isso foi crucial a colaboração dos operadores que operam e melhor conhecem o local, como se pode observar na Tabela 4.

Tabela 4 - Lista de materiais necessários

Itens Desnecessários				
No.	Item	Quem Identificou	Data	Onde
1	5 Pegas 90x30 com vinco horizontais	Operador Máquina	06/04/2021	Bancada apoio <i>Slotter</i>
2	2 Pegas 110x40 com vinco horizontal	Operador Máquina	06/04/2021	Bancada apoio <i>Slotter</i>
3	2 Pegas 110x40 sem vinco horizontal	Operador Máquina	06/04/2021	Bancada apoio <i>Slotter</i>
4	2 Pegas retangulares	Operador Máquina	06/04/2021	Bancada apoio <i>Slotter</i>
5	2 Pegas 15x40	Operador Máquina	06/04/2021	Bancada apoio <i>Slotter</i>
6	2 Acessórios pegas em chapa metálica	Operador Máquina	06/04/2021	Bancada apoio <i>Slotter</i>
7	2 Peças lâmina circular superior	Operador Máquina	16/04/2021	Bancada apoio <i>Slotter</i>



Figura 35 - Situação após triagem

Ainda relativamente ao primeiro senso, foi definida uma área para depositar os objetos que não tinham utilidade para a realização dos trabalhos no posto, até lhes serem atribuídos um destino final, como se pode ver na Figura 36.



Figura 36 - Área provisória colocação de material

4.2.2.1.2. Seiton (Organizar)

Juntamente com os operadores da máquina, definiu-se como se iria proceder à organização das peças, sendo que a solução encontrada foi a da criação de um *toolboard* para as peças.

O protótipo do *toolboard* foi então executado numa prancha de cartão canelado.



Figura 37 – *Toolboard*

Com a madeira marítima utilizada nos cortantes/moldes e com ajuda dos responsáveis pela gestão de ferramentas foi possível então criar-se o *toolboard*. Procedeu-se à fixação dos suportes depois de este ser criado.



Figura 38 - Fixação dos suportes

4.2.2.1.3. Seiso (Limpar)

Durante este processo foi decidido que seria necessário envernizar a madeira para facilitar a limpeza com água/pano húmido.



Figura 39 - Envernização da *toolboard*

Para além disso todas as ferramentas foram limpas assim como a área circundante.



Figura 40 - Resultado final do *dashboard*

4.2.2.1.4. Seiketsu (Normalizar/Padronizar)

Paralelamente, foi criada uma instrução de trabalho, onde “normaliza” como o posto de trabalho deve permanecer organizado.

A instrução de trabalho é simples e consta as seguintes tarefas:

Inicialmente:

- Todas as ferramentas se encontram arrumadas no *toolboard*, no local identificado (forma e nome) e, sempre que seja necessário utilizar uma ferramenta, esta deve ser procurada no *toolboard* para que se possa proceder à sua utilização.

Depois de utilizadas:

- Verificar o estado das peças depois de as utilizar. Em caso de estas estarem danificadas, devem ser colocadas na área representada na Figura 40, até lhes ser atribuída um destino final;
- Limpar as peças antes de as guardar;
- Colocar as peças no local apropriado.

4.2.2.1.5. Shitsuke (Sustentar)

É de assinalar que este é o “S” com maior importância, dado que não adianta ter os restantes quatro devidamente implementados se não existir disciplina para preservá-los.

O *toolboard* em si assegura a organização das ferramentas, isto se os operadores atuarem segundo a instrução de trabalho estabelecida.

Para além disso, e ainda no sentido de assegurar que o estado final se mantém no futuro, foi criado um formulário para a realização de auditorias ao setor. Sendo que nesse formulário constam sete tarefas que podem ser avaliadas de 1 (Muito Mau) a 5 (Muito Bom) pontos pelos operadores da máquina semanalmente e pelas chefias mensalmente.

O pretendido é que o resultado destas miniauditorias seja de 35 ou seja o máximo. No entanto, nem sempre é possível, como se pode verificar pelo Anexo E, a auditoria realizada pelo operador da máquina somou um total de 33 pontos.

O resultado da aplicação dos 5S's na secção piloto foi notório e o envolvimento dos operadores encorajou o desenvolvimento da cultura da organização e a extrapolação desta metodologia para outras secções da empresa.

Como se pode observar na Figura 41, os bidões de óleo encontram-se muito próximos uns aos outros e na área onde estavam localizados existiam outros materiais a obstruir/dificultar o acesso. A solução encontrada foi alocar os bidões de óleo na área dos produtos da Etari. Os bidões na horizontal correspondem a óleos que podem ser utilizados no momento pela manutenção, sendo os restantes *stock*.



Figura 41 - Antes e após a implementação de 5S's nos bidões

O armazém, apesar de no geral estar arrumado e organizado, existia uma área em que possuíam prateleiras com caixas e material não identificado causado pela indisponibilidade do responsável, como falta de conhecimento sobre a aplicabilidade desse material. Com auxílio dos técnicos de manutenção foi possível organizar as mesmas prateleiras, classificar e inventariar o material existente.



Figura 42 - Antes e após 5S's nas prateleiras

4.2.3. Elaboração da Estrutura de uma *Checklist* Semanal e dos Manuais de Manutenção Autónoma

Estas *checklist* em estrutura A3, foram disponibilizadas num sítio visível e de fácil acessibilidade aos operadores das correspondentes linhas de produção. Todas as *checklists* tem um prazo de um mês, sendo, por essa razão, substituídas no final de cada mês e arquivadas no Departamento de Manutenção, para uma futura consulta, em caso de necessidade.

Posto isto, primeiramente, foi preparado um cabeçalho para o Plano de Manutenção, como se pode verificar na Tabela 5, sendo este cabeçalho igual quer na linha de produção da *Casemaker*, Troqueladora, *Slotter* e Agrafadeira/Coladeira.

Tabela 5 - Cabeçalho Checklist

Plano de Manutenção Autónoma - <i>Slotter</i>							
Ref.	Setor da Máquina	Tarefa	Tipo de Operação	Resp.	Material	Estado da Máquina	
S.TI.1	Tabulador/ Introdutor	Verificar o estado e tensão das correias	Inspeccionar	Op. 1		Parada	

Este cabeçalho é então formado pelos seguintes elementos:

- **Ref.** - Foi criada uma referência, em que a intenção é ajudar a consulta e a clarificação de alguma dúvida que possa surgir por parte dos operadores. As referências que foram criadas tem por base a articulação de três aspetos. Como se pode verificar na referência apresentada na Tabela 5, no primeiro campo “S” representa a inicial da linha de produção, o segundo campo “TI” diz respeito às iniciais do setor da máquina ou a sua abreviatura e, o último campo, corresponde à numeração das tarefas a serem executadas;
- **Setor da Máquina** - Aqui encontram-se todos os setores constituintes da máquina. Decidiu-se que os setores das linhas de produção estariam ordenados desde o momento em que o cartão entra na máquina até ao momento em que sai, de forma a simplificar a identificação das tarefas, bem como dos locais de realização por parte dos operadores;
- **Tarefa** – Como o próprio nome indica, são expressas de forma simplificada as tarefas a executar dos Planos de Manutenção;
- **Tipo de Operação** – Os tipos de operação podem ser divididos em: limpar, inspeccionar, lubrificar e intervencionar, sendo estes tipos de operação os mesmos para todas as linhas de produção;
- **Resp.** - Neste campo foram definidos os responsáveis por cada tipo de operação. Como descrito anteriormente, no caso das linhas de produção da *Casemaker* e Troqueladoras, estavam atribuídos três operadores por turno, enquanto nas restantes linhas estavam sempre presentes dois operadores por turno. A afetação de cada tarefa presente nas *checklists* foi determinada em conjunto com os operários de cada linha e o chefe de manutenção. Foram considerados os tempos estimados para cada tarefa, de forma a não sobrecarregar um operário relativamente a outro em termos de tarefas a desempenhar;
- **Material** – Neste campo são definidos os materiais que estariam à disposição do operador para realizar as tarefas presentes nas *checklists*;
- **Estado da Máquina** – Optou-se ainda por subdividir as tarefas em “Máquina em Produção” e “Máquina Parada”, com o objetivo de perceber se a linha de

produção se encontrava em atividade ou não, ou seja, algumas das tarefas podem ser realizadas durante a produção, enquanto que outras não.

Note-se que na *checklist* semanal das Agrafadeiras/Coladeiras não consta nenhuma tarefa de manutenção para os grupos de Agrafagem, isto porque, a equipa de manutenção achou por bem não passar essas tarefas para os operadores. Um outro aspeto curioso, é o facto de existirem tarefas iguais para diferentes tipologias de máquinas. Este aspeto deve-se ao facto de elementos como Alimentador Automático, Introdução/Tabulação e Grupos Impressores serem idênticos para as diferentes tipologias.

Após a criação dos Planos de Manutenção Autónoma, foram criados manuais de Manutenção Autónoma para todas as linhas de produção em estudo. Estes manuais surgem com a intenção de facilitar e auxiliar o operador com qualquer dúvida que possa ter relativamente à *checklist* semanal. Os manuais são iguais para todas as linhas de transformação, sendo que para além da informação que consta nas *checklists* semanais possuem ajudas visuais para os elementos nos quais é necessário executar tarefas.

Tabela 6 - Manuais de manutenção autónoma

Plano de Manutenção Autónoma – Agrafadeira/ Coladeira						
Ref.	Setor da Máquina	Tarefa	Tipo de Operação	Resp.	Material	Estado da Máquina
A.S.8	<i>Sandwichs</i>	Verificar do bom estado, da tensão e do alongamento da corrente	Inspecção	Op. 1		Parada

4.2.3.1. Formação dos Operadores

Depois de criadas as *checklists* semanais e os correspondentes manuais, iniciaram-se as ações de formação dos operários das respetivas linhas de produção. Esta formação foi realizada na parte da manhã durante três dias e todos os operadores tiveram acesso a esta formação.

Dessa forma, foi necessário o auxílio dos técnicos de Manutenção, dado que, algumas tarefas que constam nas *checklists* eram realizadas por estes até então.

Assim, numa fase inicial, as tarefas foram desempenhadas pelos técnicos e, depois de estes as concluírem, pelos operadores, sempre com a vigilância dos superiores, para assegurar que o processo era aplicado sem falhas. Teve-se o cuidado de formar

os operadores para que sempre que nas *checklists* aparecessem tarefas iguais para diferentes elementos, estas se iniciassem de acordo com trajeto do cartão.

Simultaneamente, transmitiu-se a todos os operários, mais uma vez juntamente com os técnicos de manutenção, princípios básicos do TPM, especialmente do pilar em estudo, a Manutenção Autónoma e, paulatinamente, à semelhança do que já havia acontecido com a aplicação dos 5S's, foram desfeitas algumas convicções de métodos de trabalho que já estavam cimentados na maioria dos operários há muito tempo.

5. Resultados

Depois de as ações de melhoria serem aplicadas e estarem devidamente alocadas na mente dos colaboradores, tornou-se importante analisar os resultados obtidos, de forma a entender se as ações cumprem os objetivos inicialmente propostos. Dessa forma, são comparados alguns indicadores de desempenho antes e após a implementação das ações de melhoria.

Os resultados após os primeiros meses de utilização do *ManWinWin*, provam que os objetivos inicialmente propostos foram atingidos na íntegra.

No preciso momento, com a utilização do *ManWinWin*, basta um clique para que qualquer utilizador parametrizado no *software* tenha acesso a toda a informação referente aos equipamentos, tais como: as características técnicas, históricas intervenções, planos de manutenção preventiva (caso tenham), certificados de conformidade (caso tenham) entre outras informações. Em 2021, a manutenção preventiva tem sido cumprida nos prazos estipulados muito por culpa da funcionalidade do calendário estilo *Outlook* fornecido pelo *ManWinWin* que permite um melhor controlo sobre estas atividades. No entanto, não se pode descurar a proximidade evidenciada nestes últimos tempos pelo departamento de manutenção e pelo planeamento. Além disso, a utilização do módulo de pedidos de manutenção ofereceu uma melhor gestão dos mesmos por parte dos técnicos. Por último, os relatórios personalizáveis à disposição dos utilizadores permitem que estes tenham acesso a tempo real de todo e quaisquer indicadores de manutenção, auxiliando na justificação de tomadas de decisão. Apesar de este projeto já ter mais tempo do que o do TPM e de os resultados serem mais notórios, isto não significa que não haja espaço para melhorar.

Desde o início do estágio, o departamento nunca exigiu que com as melhorias implementadas se conseguisse atingir determinado valor, contudo, com a implementação das ações de melhoria é expectável que a disponibilidade das máquinas das linhas de transformação aumente, aliado a isso o MTBF também aumente, ao passo que o MTTR diminua.

Na Tabela 7 estão representados os valores médios do MTBF, MTTR e da disponibilidade de 2020 e desde o mês de abril até dia 5 de junho de 2021.

Observando a Tabela 7, facilmente se verifica que a média do MTBF aumentou, isto quer dizer que, em 2020 as máquinas de transformação tinham uma avaria, em média, de 5 horas e 58 minutos, ao passo que, no mês de abril até à primeira semana de Junho, as máquinas avariaram, em média, de 6 horas e 56 minutos. Assim se conclui

que as ações de melhoria estão a contribuir para reduzir o número de avarias, visto que o MTBF aumentou.

Relativamente ao MTTR, tal como era objetivo, o valor diminuiu, em média, de 1 hora 2 dois minutos para 51 minutos. Esta melhoria demonstra que os técnicos têm respondido aos pedidos de manutenção com maior rapidez. Para este resultado em muito contribuiu as manutenções preventivas que foram realizadas com maior rigor e também por uma maior responsabilidade e comprometimento dos operadores com o estado dos equipamentos, o que antes só acontecia com a equipa de manutenção.

A manutenção autónoma, mais especificamente a utilização de *checklists*, tornou-se uma contribuição fundamental para a identificação de problemas, que muitas vezes foram de rápida e simples solução.

Outra iniciativa que contribuiu para reduzir os tempos de reparação foi um melhor controlo das peças de reposição e sempre acontecesse uma avaria os técnicos teriam à sua disposição o material necessário.

Resultante, do aumento do MTBF e da diminuição do MTTR, a disponibilidade aumentou 4% em relação a 2020.

Deste modo, pode-se afirmar que um dos objetivos inicialmente propostos de aumentar a disponibilidade, aumentar o MTBF e diminuir o MTTR foram atingidos com as ações de melhoria.

Tabela 7 - Comparação da média dos indicadores do ano de 2020 com o mês de abril a 5 de junho de 2021

	Média 2020	Abril a 5 de junho
MTBF	05:58	06:56
MTTR	01:02	00:52
Disponibilidade	85%	89%

Quanto ao OEE não foi possível ainda atingir os valores detidos como referência (85%), contudo o valor aumentou 8,03% em relação ao valor médio de 2020.

Apesar do valor aumentar 8,03% em relação à média de 2020, apenas é superior 1,89% em relação ao maior valor de OEE atingido no ano de 2020 (mês de outubro – 74,54%). Este valor de OEE não pode ser considerado como real, dado que os fatores de desempenho e qualidade que constituem o OEE apresentam limitações.

No fator de desempenho o que se verifica é que a velocidade objetivo das máquinas está desajustada com a realidade. Em relação ao fator de qualidade, como já referenciado, apenas são contabilizados os produtos que saem da máquina o que constitui uma fraqueza porque existem sempre produtos que são rejeitados pelos clientes.

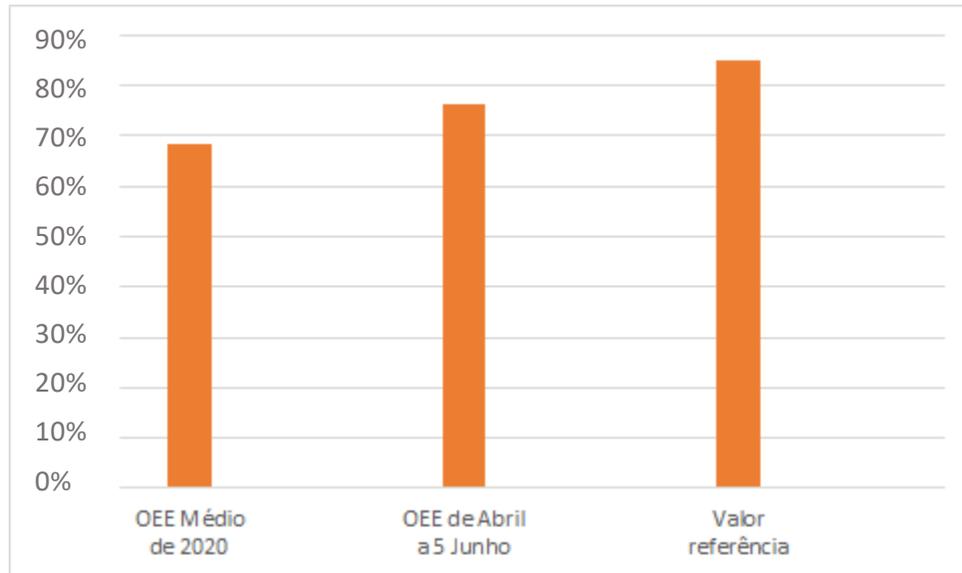


Figura 43 - Comparação do OEE do ano de 2020 com o mês de abril a 5 de junho de 2021

Seria expectável que as ações implementadas resultassem em melhorias nos indicadores de desempenho. Contudo, reforço a ideia de que se trata de um projeto de melhoria e que os operários apresentam uma forte resiliência face às novas medidas, dado que grande parte deles assume hábitos muitíssimo enraizados.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

6.1. Conclusão

No final deste trabalho, conclui-se que os objetivos inicialmente propostos foram atingidos. Foi realizada uma análise ao estado atual da manutenção da Papeis Vouga, no qual foram encontrados alguns problemas que poderiam ser alvo de melhoria, como é o caso do registo e tratamento da informação e a não existência de *standards* de Manutenção Autónoma.

Ao nível do registo e tratamento de informação, não era uma prática na empresa registar qualquer que fosse a intervenção preventiva, já as manutenções corretivas algumas eram registadas, no entanto, faltava muita informação importante para qualquer gestor de manutenção. Além disso, se existisse a necessidade de obter acesso a indicadores de desempenho, o chefe de manutenção teria de aceder ao *Pc-Toop* e ainda teria de fazer alguns cálculos para obter os dados na forma que pretende.

O *ManWinWin* veio solucionar todos estes problemas, permitindo registar toda a informação de vários tipos de manutenção. Permite ainda gerir os planos de manutenção preventiva, gerir a mão de obra e mais importante na interface principal, o *software* possui um *dashboard* que permite perceber o estado da manutenção, ou seja, permite ver como estão os indicadores de desempenho abordados neste trabalho e ainda outros indicadores que possam ser criados pelo utilizador.

Contudo, para tirar proveito destas funcionalidades descritas em cima, foi necessário primeiramente, parametrizar todo o *software* o que ocupou muito tempo deste projeto de estágio.

Um outro problema encontrado foram os baixos valores de OEE apresentados pela área da transformação ao longo do ano de 2020. Como se pode constatar, em nenhum dos meses do ano, o OEE esteve perto dos 85% considerado como valor de referência para as empresas. Portanto, para melhorar este valor optou-se por focar no pilar da manutenção autónoma e criar planos de Manutenção Autónoma para as máquinas de transformação.

Na Papeis Vouga, não existia qualquer tipo de *standard* de manutenção para os operadores realizarem, ou seja, não existia um método de trabalho rígido que fomentasse uma prevenção e deteção antecipada de potenciais falhas. Por essa razão, foram criadas *checklist* semanais que incluem tarefas como limpar, lubrificar e inspecionar. De forma a facilitar a execução das tarefas que constam nas *checklists* semanais, foram criados manuais de Manutenção Autónoma constituídos por ajudas visuais, isto é, fotos dos componentes e dos procedimentos de forma que percebam como deverão ser executadas estas tarefas.

A sua aplicação foi faseada, com os técnicos de manutenção a supervisionarem o trabalho dos operadores nas primeiras semanas, para explicarem qualquer dúvida no procedimento que pudesse surgir aos operadores. Com a criação destas *checklists* semanais, a Manutenção Autónoma passou a ser uma prática na Papeis Vouga, trazendo inúmeros benefícios. Através da realização de pequenas tarefas como as enunciadas em cima, é possível controlar o estado das máquinas, podendo antever possíveis falhas que possam surgir.

A principal limitação sentida durante o estágio foi a pouca motivação por parte dos operadores uma vez que, sentiam que a sua participação era irrelevante nas tarefas de manutenção.

No entanto, aos poucos, com envolvimento e pequenas participações nas decisões e em reuniões, os operadores começaram a sentir-se mais úteis e a sentir que a sua participação seria fulcral para atingir o sucesso da metodologia TPM.

É fundamental que tanto os gestores intermédios, como os gestores de topo demonstrem que os operadores são essenciais para o sucesso da empresa na globalidade, excluindo a filosofia que os operadores só estão ali para produzir.

Com a elaboração deste trabalho, foram conseguidos ganhos consideráveis para a Papeis Vouga, dado que a empresa passou a estar equipada com um *software* computadorizado de gestão da manutenção que é fundamental para o processo, e deu um passo importante para continuar com a implementação da metodologia do TPM.

Em jeito de reflexão final, este estágio permitiu colocar em prática e ao mesmo tempo consolidar/ aperfeiçoar alguns dos conhecimentos teóricos adquiridos em contexto académico. Este primeiro contacto no mundo industrial demonstrou ser bastante proveitoso para um estudante e futuro mestre de Engenharia de Gestão Industrial pois, para além de ter possibilitado a realização de um projeto em ambiente industrial permitiu também, através da observação direta, perceber o modo de atuação de diferentes departamentos.

6.2. Trabalhos Futuros

Os objetivos sugeridos para o projeto de estágio permitiram a criação das bases para uma melhor gestão da manutenção na Papeis Vouga. Com as sugestões de melhoria apresentadas foi possível cumprir esses objetivos, contudo, no futuro, estes objetivos podem ainda ser aprimorados alcançando assim uma gestão da manutenção cada vez mais aprofundada.

Assim sendo, são apresentadas em seguida algumas sugestões de propostas de trabalho que podem ser desenvolvidas, dando seguimento ao trabalho já efetuado:

- No futuro, seria de extrema importância que a gestão de topo aceitasse a contratação de mais técnicos de manutenção para alocar aos turnos noturnos, para que assim todas as ocorrências que acontecessem fossem solucionadas com a maior brevidade possível. Ainda relativamente à gestão de topo, seria fundamental que a mesma se envolvesse mais na melhoria contínua não só da área da produção, como também da área da manutenção. A melhoria contínua, seja em que área for, leva o seu tempo a ser implementada e necessita de apoio por parte da gestão de topo.
- Apesar de o TPM reduzir os tempos de paragem por falhas e/ ou avarias era importante reduzir os altos tempos de *setup* das máquinas de transformação. Desta forma, seria fundamental na empresa desenvolver a implementação da metodologia SMED para tentar encontrar a causa raiz desse problema e sugestões para a diminuição destes tempos. O *Single Minute Exchange of Dies* (SMED), que em português significa Troca Rápida de Ferramenta, na prática é um conjunto de práticas pertencentes ao *Lean* que tem como objetivo reduzir os tempos de *setup*.
- Através da análise do OEE foi possível constatar que um dos fatores que o compõe, a qualidade, não se poderia considerar como um valor real. Para o cálculo deste indicador apenas eram contabilizados os produtos rejeitados à saída das máquinas, embora se tenha conhecimento que existem reclamações dos clientes, devido à má verificação da qualidade por parte dos operadores. Deste modo, conclui-se que é um indicador que carece de estudo e que deveria ser analisado num futuro próximo.
- Relativamente aos 5S's, uma vez que a sua aplicação na empresa foi numa fase adiantada do projeto, não foi possível aplicar a ferramenta às restantes máquinas/linhas de produção, no entanto a motivação para a aplicação da ferramenta já foi criada nos colaboradores pelo que o mais importante já foi iniciado. Para além do chão fabril, seria importante aplicar a ferramenta também nas oficinas de manutenção. As oficinas são áreas onde ocorre a grande parte das ações corretivas e estão habitualmente desorganizadas e sujas, sendo por isso áreas pouco acolhedoras. Para além destas áreas, os 5S's também deveriam ser aplicados nos postos de limpeza, visto que estes possuem materiais que os operadores precisam para realizar algumas das tarefas dos planos de manutenção autónoma e para facilitar o trabalho destes, os materiais deviam estar devidamente guardados.

7. Referências

- Acharya, A., Garg, D., Singh, N., & Gahlaut, U. (n.d.). PLANT EFFECTIVENESS IMPROVEMENT OF OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS USING AUTONOMOUS MAINTENANCE TRAINING:-A CASE STUDY. In *www.tjprc.org SCOPUS Indexed Journal editor@tjprc.org*. www.tjprc.org
- Afey, I. H. (2013). Implementation of Total Productive Maintenance and Overall Equipment Effectiveness Evaluation. In *International Journal of Mechanical & Mechatronics Engineering IJMME-IJENS* (Vol. 13).
- Aggarwal, A. K., Kumar, S., & Singh, V. (2017). Performance modeling of the serial processes in refining system of a sugar plant using RAMD analysis. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*, 8, 1910–1922. <https://doi.org/10.1007/s13198-016-0496-1>
- Agustiady, T. K., & Cudney, E. A. (2018). Total productive maintenance. *Total Quality Management and Business Excellence*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1438843>
- Ahmad, N., Hossen, J., & Ali, S. M. (2018). Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94(1–4), 239–256. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0783-2>
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. In *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 25, Issue 7, pp. 709–756). <https://doi.org/10.1108/02656710810890890>
- Ahuja, I. P. S., & Kumar, P. (2009). A case study of total productive maintenance implementation at precision tube mills. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 15(3), 241–258. <https://doi.org/10.1108/13552510910983198>
- Alsyouf, I. (2007). The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. *International Journal of Production Economics*, 105(1), 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.06.057>
- Al-Turki, U. M., Tahir, ., Bekir, A., Yilbas, S., & Sahin, A. Z. (n.d.). *SPRINGER BRIEFS IN APPLIED SCIENCES AND TECHNOLOGY* □ *MANUFACTURING AND SURFACE ENGINEERING Integrated Maintenance Planning in Manufacturing Systems*. <http://www.springer.com/series/10623>
- Arevalo, C., Escalona, M. J., Ramos, I., & Domínguez-Muñoz, M. (2016). A metamodel to integrate business processes time perspective in BPMN 2.0. In *Information and*

Software Technology (Vol. 77, pp. 17–33). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2016.05.004>

- Azizi, A. (2015). Evaluation Improvement of Production Productivity Performance using Statistical Process Control, Overall Equipment Efficiency, and Autonomous Maintenance. *Procedia Manufacturing*, 2, 186–190.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.032>
- Balouei Jamkhaneh, H., Khazaei Pool, J., Khaksar, S. M. S., Arabzad, S. M., & Verij Kazemi, R. (2018). Impacts of computerized maintenance management system and relevant supportive organizational factors on total productive maintenance. *Benchmarking*, 25(7), 2230–2247. <https://doi.org/10.1108/BIJ-05-2016-0072>
- Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A., & de Cerio, J. M. D. (2010). 5S use in manufacturing plants: Contextual factors and impact on operating performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 27(2), 217–230.
<https://doi.org/10.1108/02656711011014320>
- Bevilacqua, M., & Braglia, M. (n.d.). *The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection*. www.elsevier.com/locate/ress
- Boris, S. (2006). *Total Productive Maintenance: Proven strategies and techniques do kees equipment running ate maximum efficiency*.
- Carnero, M. C., & Novés, J. L. (2006). Selection of computerised maintenance management system by means of multicriteria methods. *Production Planning and Control*, 17(4), 335–354. <https://doi.org/10.1080/09537280600704085>
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., & Kong, S. (2005). Implementation of total productive maintenance: A case study. *International Journal of Production Economics*, 95(1), 71–94. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.021>
- Chen, C. C. (2013). A developed autonomous preventive maintenance programme using RCA and FMEA. *International Journal of Production Research*, 51(18), 5404–5412.
<https://doi.org/10.1080/00207543.2013.775521>
- Chikwendu, O. C., Chima, A. S., & Edith, M. C. (2020). The optimization of overall equipment effectiveness factors in a pharmaceutical company. *Heliyon*, 6(4).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03796>
- Chinosi, M., & Trombetta, A. (2012). BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards and Interfaces*, 34(1), 124–134. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2011.06.002>
- Chong, M. Y., Chin, J. F., & Hamzah, H. S. (2012). Transfer of total productive maintenance practice to supply chain. *Total Quality Management and Business Excellence*, 23(3–4), 467–488. <https://doi.org/10.1080/14783363.2011.637788>

- Corrales, L. del C. N., Lambán, M. P., Hernandez Korner, M. E., & Royo, J. (2020). Overall equipment effectiveness: Systematic literature review and overview of different approaches. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 10, Issue 18). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/APP10186469>
- Erkoyuncu, J. A., Khan, S., Eiroa, A. L., Butler, N., Rushton, K., & Brocklebank, S. (2017). Perspectives on trading cost and availability for corrective maintenance at the equipment type level. *Reliability Engineering and System Safety*, *168*, 53–69. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2017.05.041>
- Eti, M. C., Ogaji, S. O. T., & Probert, S. D. (2006). Reducing the cost of preventive maintenance (PM) through adopting a proactive reliability-focused culture. *Applied Energy*, *83*(11), 1235–1248. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2006.01.002>
- Ferreira, S., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2019). KPI development and obsolescence management in industrial maintenance. *Procedia Manufacturing*, *38*, 1427–1435. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.145>
- Gonzalez, E., Nanos, E. M., Seyr, H., Valldecabres, L., Yürüşen, N. Y., Smolka, U., Muskulus, M., & Melero, J. J. (2017). Key Performance Indicators for Wind Farm Operation and Maintenance. *Energy Procedia*, *137*, 559–570. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.385>
- 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>
- Habidin, N. F., Hashim, S., Fuzi, N. M., & Salleh, M. I. (2018). Total productive maintenance, kaizen event, and performance. *International Journal of Quality and Reliability Management*, *35*(9), 1853–1867. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-11-2017-0234>
- Hedman, R., Subramaniyan, M., & Almström, P. (2016). Analysis of Critical Factors for Automatic Measurement of OEE. *Procedia CIRP*, *57*, 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.023>
- Jain, A., Bhatti, R., & Singh, H. (2014). Total productive maintenance (TPM) implementation practice: a literature review and directions. *International Journal of Lean Six Sigma*, *5*(3), 293–323. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-06-2013-0032>
- Jaturonnatee, J., Murthy, D. N. P., & Boondiskulchok, R. (2006). Optimal preventive maintenance of leased equipment with corrective minimal repairs. *European Journal of Operational Research*, *174*(1), 201–215. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.01.049>

- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & Espinosa, M. del M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety Science*, 78, 163–172. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.04.022>
- Keith, M. R., & Cato, W. W. (2001). *Computer-Managed Maintenance Systems* (Second).
- Khanlou, N., & Peter, E. (2005). Participatory action research: Considerations for ethical review. *Social Science and Medicine*, 60(10), 2333–2340. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2004.10.004>
- Khazraei, K., & Deuse, J. (2011). A strategic standpoint on maintenance taxonomy. *Journal of Facilities Management*, 9(2), 96–113. <https://doi.org/10.1108/14725961111128452>
- Kumar, R., Singh, K., & Jain, S. K. (2019). Agile manufacturing: a literature review and Pareto analysis. In *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 37, Issue 2, pp. 207–222). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-12-2018-0349>
- Labib, A. W. (n.d.). World-class maintenance using a computerised maintenance management system. In *JQME* (Vol. 4).
- Lanza, G., Stoll, J., Stricker, N., Peters, S., & Lorenz, C. (2013). Measuring global production effectiveness. *Procedia CIRP*, 7, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.05.006>
- Lomte, R. U., Bhosle, S. P., Ambad, P. M., & Gaikwad, R. A. (2018). Reliability Improvement for TSR Machine of Banburry Mixer using Plant Optimization Process. *Procedia Manufacturing*, 20, 440–445. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.064>
- Lopes, I., Senra, P., Vilarinho, S., Sá, V., Teixeira, C., Lopes, J., Alves, A., Oliveira, J. A., & Figueiredo, M. (2016). Requirements Specification of a Computerized Maintenance Management System - A Case Study. *Procedia CIRP*, 52, 268–273. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.047>
- Michalska, J., & Szewieczek, D. (2007). *The 5S methodology as a tool for improving the organisation*.
- Min, C. S., Ahmad, R., Kamaruddin, S., & Azid, I. A. (2011). Development of autonomous maintenance implementation framework for semiconductor industries. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 9(3), 268–297. <https://doi.org/10.1504/IJISE.2011.043139>
- Mmelesi, T., & Nwaigwe, K. N. (2020). A computerised maintenance management system as a teaching aid Design modification and simulation of a feed dryer; case study of Valu Feeds. View project “REFRIGERATOR WASTE HEAT RECOVERY” View project. In *World Transactions on Engineering and Technology Education* [2020 WIETE (Vol. 18, Issue 3). <https://www.researchgate.net/publication/343384259>

- Mobley, R. K. (2002). *An Introduction to Predictive Maintenance* (Second).
- Morales Méndez, J. D., & Rodriguez, R. S. (2017). Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(1–4), 1013–1026. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0052-4>
- Mostafa, S., Dumrak, J., & Soltan, H. (2015). Lean Maintenance Roadmap. *Procedia Manufacturing*, 2, 434–444. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.076>
- Mostafa, S., Lee, S. H., Dumrak, J., Chileshe, N., & Soltan, H. (2015). Lean thinking for a maintenance process. *Production and Manufacturing Research*, 3(1), 236–272. <https://doi.org/10.1080/21693277.2015.1074124>
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.039>
- Mülle, J., Tex, C., & Böhm, K. (2019). A practical data-flow verification scheme for business processes. *Information Systems*, 81, 136–151. <https://doi.org/10.1016/j.is.2018.12.002>
- Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2015). Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. *Procedia Manufacturing*, 4, 461–470. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.063>
- O'Donoghue, C. D., & Prendergast, J. G. (2004). Implementation and benefits of introducing a computerised maintenance management system into a textile manufacturing company. *Journal of Materials Processing Technology*, 153–154(1–3), 226–232. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2004.04.022>
- Poor, P., Basl, J., & Zenisek, D. (2019). *Predictive Maintenance 4.0 as next evolution step in industrial maintenance development*.
- Pramod, V. R., Devadasan, S. R., Muthu, S., Jagathyraj, V. P., & Moorthy, G. D. (2006). Integrating TPM and QFD for improving quality in maintenance engineering. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 12(2), 150–171. <https://doi.org/10.1108/13552510610667174>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. In *International Journal of Quality and Reliability Management* (Vol. 34, Issue 3, pp. 334–361). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>

- Rani, N. A. A., Baharum, M. R., Akbar, A. R. N., & Nawawi, A. H. (2015). Perception of Maintenance Management Strategy on Healthcare Facilities. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 170, 272–281. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.037>
- Reussner, R. H., Schmidt, H. W., & Poernomo, I. H. (2003). Reliability prediction for component-based software architectures. *Journal of Systems and Software*, 66(3), 241–252. [https://doi.org/10.1016/S0164-1212\(02\)00080-8](https://doi.org/10.1016/S0164-1212(02)00080-8)
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574–1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology*, 179(1–3), 276–279. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.03.102>
- Rolfen, M., & Langeland, C. (2012). Successful maintenance practice through team autonomy. *Employee Relations*, 34(3), 306–321. <https://doi.org/10.1108/01425451211217725>
- Rukijkanpanich, J., & Pasuk, P. (2018). Maintenance management for transportation process in quarry industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 24(2), 185–199. <https://doi.org/10.1108/JQME-04-2017-0024>
- Saini, M., & Kumar, A. (2019). Performance analysis of evaporation system in sugar industry using RAMD analysis. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 41(4). <https://doi.org/10.1007/s40430-019-1681-3>
- Saleem, F., Nisar, S., Khan, M. A., Khan, S. Z., & Sheikh, M. A. (2017). Overall equipment effectiveness of tyre curing press: A case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 23(1), 39–56. <https://doi.org/10.1108/JQME-06-2015-0021>
- Saraiva Cabral, J. P. (2006). *ORGANIZAÇÃO e GESTÃO da MANUTENÇÃO dos conceitos à prática...* (Ida Lidel - edições técnicas, Ed.; 6ª). BIBLIOTECA INDÚSTRIA & SERVIÇOS.
- Schuerger, R., Arno, R., & Dowling, N. (2016). Why Existing Utility Metrics Do Not Work for Industrial Reliability Analysis. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 52(4), 2801–2806. <https://doi.org/10.1109/TIA.2016.2551696>
- Shaaban, M. S., & Awni, A. H. (2014). Critical success factors for total productive manufacturing (TPM) deployment at Egyptian FMCG companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 25(3), 393–414. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2012-0088>

- Shahin, A., Shirouyehzad, H., & Pourjavad, E. (2012). Optimum maintenance strategy: a case study in the mining industry. In *Int. J. Services and Operations Management* (Vol. 12, Issue 3).
- Sharma, A. K., & Bhardwaj, A. (n.d.). *MANUFACTURING PERFORMANCE AND EVOLUTION OF TPM*.
- Sharma, R. K., Kumar, D., & Kumar, P. (2006). Manufacturing excellence through TPM implementation: A practical analysis. *Industrial Management and Data Systems*, 106(2), 256–280. <https://doi.org/10.1108/02635570610649899>
- Singh, R., Gohil, A. M., Shah, D. B., & Desai, S. (2013). Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, 51, 592–599. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.084>
- Sivaram, N. M., Devadasan, S. R., Murugesh, R., Karthi, S., & Sreenivasa, C. G. (2014). Synergising total productive maintenance elements with ISO 9001:2008 standard based quality management system. *TQM Journal*, 26(6), 534–549. <https://doi.org/10.1108/TQM-08-2012-0059>
- Sonmez, V., & Pintelon, L. (2020). A survey on performance management of operating rooms and a new KPI proposal. *Quality and Reliability Engineering International*, 36(8), 2595–2609. <https://doi.org/10.1002/qre.2739>
- Stenström, C., Parida, A., Kumar, U., & Galar, D. (2013). Performance indicators and terminology for value driven maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 19(3), 222–232. <https://doi.org/10.1108/JQME-05-2013-0024>
- Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance. In *Int. J. Production Economics* (Vol. 70).
- Tsarouhas, P. (2019). Improving operation of the croissant production line through overall equipment effectiveness (OEE): A case study. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(1), 88–108. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-02-2018-0060>
- Tsarouhas, P. H. (2013). Evaluation of overall equipment effectiveness in the beverage industry: A case study. *International Journal of Production Research*, 51(2), 515–523. <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.653014>
- Uysal, F., & Tosun, Ö. (2012). Fuzzy TOPSIS-based computerized maintenance management system selection. In *Journal of Manufacturing Technology Management* (Vol. 23, Issue 2, pp. 212–228). <https://doi.org/10.1108/17410381211202205>
- Valderas, P., Torres, V., & Pelechano, V. (2020). A microservice composition approach based on the choreography of BPMN fragments. *Information and Software Technology*, 127. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106370>

- van der Aalst, W. M., la Rosa, M., & Maria Santoro, F. (n.d.). *Business Process Management Don't forget to improve the process!* <http://bpm-conference.org>
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>
- Vishnu, C. R., & Regikumar, V. (2016). Reliability Based Maintenance Strategy Selection in Process Plants: A Case Study. *Procedia Technology*, 25, 1080–1087. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.08.211>
- Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (2002). A framework for maintenance concept development. In *Int. J. Production Economics* (Vol. 77).
- Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (2004). Maintenance concept development: A case study. *International Journal of Production Economics*, 89(3), 395–405. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.09.008>
- Wienker, M., Henderson, K., & Volkerts, J. (2016). The Computerized Maintenance Management System an Essential Tool for World Class Maintenance. *Procedia Engineering*, 138, 413–420. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.100>
- Wireman, T. (2004). *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (R. Weinstein, Ed.; Second). Industrial Press, Inc.
- Yang, L., Ye, Z. sheng, Lee, C. G., Yang, S. fen, & Peng, R. (2019). A two-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement. *European Journal of Operational Research*, 274(3), 966–977. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.10.049>
- Zarreh, A., Wan, H. da, Lee, Y., Saygin, C., & Janahi, R. al. (2019). Cybersecurity concerns for total productive maintenance in smart manufacturing systems. *Procedia Manufacturing*, 38, 532–539. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.067>

8. Anexos

Anexo A – Plano de Manutenção Autónoma– Troqueladora

Tabela 8 - Plano de Manutenção Autónoma - Troqueladora

Plano de Manutenção Autónoma - Troqueladora							2021				
Ref.	Setor da Máquina	Tarefa	Tipo de Operação	Resp.	Material	Estado da Máquina	Elaborado por: Gonçalo Pereira				
							Aprovador por: Eng. José Carlos				
							Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
T.AA.1	Alimentador Automático	Verificar a tensão e estado das correias	Inspecionar	Op 1		Parada					
T.AA.2	Alimentador Automático	Verificar a tensão e o estado das correntes e dos fechos das correntes	Inspecionar	Op 1		Parada					
T.AA.3	Alimentador Automático	Verificar estado e limpar os refletores das células	Inspecionar; Limpar	Op 2	Pano	Parada					
T.AA.4	Alimentador Automático	Verificar a folga das porcas de deslocação	Inspecionar	Op 1		Parada					
T.AA.5	Alimentador Automático	Limpar os parafusos ajustadores e os eixos	Inspecionar; Limpar	Op 2	Pano	Parada					
T.AA.6	Alimentador Automático	Limpar as calhas e os rolos de deslocamento dos elementos	Limpar	Op 3	Pano	Parada					
T.TT.7	Tabulador/Introdutor	Verificar o estado e tensão das correias	Inspecionar	Op 1		Parada					
T.TT.8	Tabulador/Introdução	Limpar os sacos de recuperação de poeiras	Inspecionar; Limpar	Op 2	Ar comprimido	Parada					
T.TT.9	Tabulador/Introdução	Remover a poeira da turbina do ventilador de aspiração	Limpar	Op 2	Ar comprimido	Parada					
T.TT.10	Tabulador/Introdução	Remover a poeira da turbina do ventilador de desempoeiramento do papelão	Limpar	Op 2	Ar comprimido	Parada					
T.TT.11	Tabulador/Introdução	Retirar a poeira da turbina do ventilador de filtragem dos refugos da transferência a vácuo e da mesa de tabulação	Limpar	Op 3	Ar comprimido	Parada					
T.TT.12	Tabulador/Introdução	Limpar e aspirar os refugos de papelão da mesa de tabulação e das cremalheiras que servem para o deslocamento do batente traseiro	Limpar	Op 3	Aspirador; Escova						
T.TT.13	Tabulador/Introdução	Verificar se não há refugos de papelão entre os rolos de transferência a vácuo	Inspecionar; Limpar	Op 2	Aspirador; Escova	Parada					
T.UI.14	Unidades Impressoras	Lavar cuidadosamente o cilindro reticulado e o rolo emborrachado, verificando o seu estado	Inspecionar; Limpar	Op 2 e 3	Pano; Água+Detergente	Parada					

T.UI.15	Unidades Impressoras	Retirar toda a poeira e o refugo de papelao da transferencia a vácuo	Limpar	Op 2 e 3	Aspirador; Escova	Parada						
T.UI.16	Unidades Impressoras	Verificar estado e limpar a sujidade dos roletes de transporte	Inspecionar; Limpar	Op 2 e 3	Pano	Parada						
T.UI.17	Unidades Impressoras	Desapertar a tampa, retirar o filtro de tinta e lavar com água	Limpar	Op 2 e 3	Água	Parada						
T.UI.18	Unidades Impressoras	Limpar os respingos de tinta sobre: as tampas, os eixos, os aneis de conexão e os sensores	Inspecionar; Limpar	Op 2 e 3	Pano; Escova;Água+Detergen	Parada						
T.UI.19	Unidades Impressoras	Limpar os conetores dos cilindros de quaisquer respingos de tinta	Inspecionar; Limpar	Op 2 e 3	Pano; Água+Detergente	Parada						
T.C.20	Cortador	Inspecionar o estado da bigorna de corte	Inspecionar	Op 1		Parada						
T.C.21	Cortador	Assinalar qualquer deteiorização das formas de corte: filetes fresados deteiorados	Inspecionar	Op 1		Parada						
T.V.22	Vibrador	Limpar e retirar todas as aparas de cartão	Inspecionar; Limpar	Op 3	Aspirador;Escova	Parada						
T.V.23	Vibrador	Verificar a tensão das correias e seu desgaste	Inspecionar	Op 1		Parada						
T.E.24	Empilhador	Verificar estado e tensão das correias	Inspecionar	Op 1		Parada						
T.E.25	Empilhador	Verificar estado e limpar sensores/fotocélulas	Inspecionar; Limpar	Op 2	Pano	Parada						
T.G.26	Geral	Retirar os objetos grandes acumulados em volta da máquina	Limpar	Op 3	Aspirador;Escova	Parada						
T.G.27	Geral	Limpar os trilhos e cilindros de deslocamento ao longo da máquina	Limpar	Op 3	Aspirador;Escova	Parada						
T.G.28	Geral	Limpar e retirar a poeira da máquina	Limpar	Op 3	Aspirador;Escova;Pano	Parada						
T.G.29	Geral	Verificar e assinalar na seção do registo de anomalias qualquer falha no funcionamento elétrico: fins de curso, paragens de emergencia e luzes	Inspecionar	Op 1		Em Produção						
T.G.30	Geral	Perceber e assinalar na seção do registo de anomalias qualquer falha de funcionamento e os ruidos suspeitos	Inspecionar	Op 1		Em Produção						
T.G.31	Geral	Retirar a poeira das grades dos motores elétricos	Limpar	Op 3	Aspirador;Escova	Parada						
T.G.32	Geral	Limpar os filtros de ar das caixas elétricas	Limpar	Op 3	Ar comprimido	Parada						
T.G.33	Geral	Limpar rolos dos tapetes de entrada e saída	Limpar	Op 3	Ar comprimido	Parada						
Observações	Registrar com um <input checked="" type="checkbox"/> nas operações realizadas e uma X nas operações que ficaram por realizar						Nome					
	Descrever todas as não conformidades, seguidas das respetivas datas					Operador 1	Rúbrica					
						Operador 2	Nome					
							Rúbrica					
						Operador 3	Nome					
							Rúbrica					

Anexo B – Plano de Manutenção Autónoma – Slotter

Tabela 9 - Plano de Manutenção Autónoma - Slotter

Plano de Manutenção Autónoma - Slotter							2021	Elaborado por: Gonçalo Pereira Aprovador por: Eng. José Carlos				
Ref.	Setor da Máquina	Tarefa	Tipo de Operação	Resp.	Material	Estado da Máquina	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	
S.TI.1	Tabulador/Introdutor	Verificar o estado e tensão das correias	Inspecionar	Op 1		Parada						
S.TI.2	Tabulador/Introdução	Limpar os sacos de recuperação de poeiras	Inspecionar; Limpar	Op 2	Ar comprimido	Parada						
S.UI.3	Unidades Impressoras	Lavar cuidadosamente o cilindro reticulado e o rolo emborrachado, verificando o seu estado	Inspecionar; Limpar	Op 1	Pano; Água+Detergent	Parada						
S.UI.4	Unidades Impressoras	Retirar toda a poeira e o refugo de papelao da trasferencia a vácuo	Limpar	Op 2	Aspirador; Escova	Parada						
S.UI.5	Unidades Impressoras	Verificar estado e limpar a sujidade dos roletes de transporte	Inspecionar; Limpar	Op 1	Pano	Parada						
S.UI.6	Unidades Impressoras	Desapertar a tampa, retirar o filtro de tinta e lavar com água	Limpar	Op 1	Água	Parada						
S.UI.7	Unidades Impressoras	Limpar os respingos de tinta sobre: as tampas, os eixos, os aneis de conexão e os sensores	Inspecionar; Limpar	Op 2	Pano; Escova;Água+De	Parada						
S.UI.8	Unidades Impressoras	Limpar os conetores dos cilindros de quaisquer respingos de tinta	Inspecionar; Limpar	Op 2	Pano; Água+Detergent	Parada						
S.S.9	Slotter	Verificar o estado das lâminas e das contra lâminas	Inspecionar	Op 1		Parada						
S.S.10	Slotter	Verificar o estado dos amortecedores de lâminas da aba	Inspecionar	Op 1		Parada						
S.S.11	Slotter	Eliminar todos os residuos de tinta seca	Inspecionar; Limpar	Op 2	Pano	Parada						
S.E.12	Empilhador	Verificar estado e tensão das correias	Inspecionar	Op 1		Parada						
S.E.13	Empilhador	Verificar estado e limpar sensores/fotocélulas	Inspecionar; Limpar	Op 1	Pano	Parada						
S.G.1	Geral	Retirar os objetos grandes acumulados em volta da máquina	Limpar	Op 1	Aspirador;Escova	Parada						
S.G.2	Geral	Limpar os trilhos e cilindros de deslocamento ao longo da máquina	Limpar	Op 2	Aspirador;Escova	Parada						
S.G.3	Geral	Limpar e retirar a poeira da máquina	Limpar	Op 2	Aspirador;Escova; Pano	Parada						
S.G.4	Geral	Verificar e assinalar na seção do registo de anomalias qualquer falha no funcionamento elétrico: fins de curso, paragens de emergencia e luzes	Inspecionar	Op 1		Em Produção						
S.G.5	Geral	Perceber e assinalar na seção do registo de anomalias qualquer falha de funcionamento e os ruidos suspeitos	Inspecionar	Op 1		Em Produção						
S.G.6	Geral	Retirar a poeira das grades dos motores elétricos	Limpar	Op 2	Aspirador;Escova	Parada						
S.G.7	Geral	Limpar os filtros de ar das caixas elétricas	Limpar	Op 1	Ar comprimido	Parada						
S.G.8	Geral	Limpar rolos dos tapetes de entrada e saída	Limpar	Op 2	Ar comprimido	Parada						
Observações	Registrar com um <input checked="" type="checkbox"/> nas operações realizadas e uma X nas operações que ficaram por realizar					Nome						
	Descrever todas as não conformidades, seguidas das respetivas datas				Operador 1	Rúbrica						
						Nome						
					Operador 2	Rúbrica						

Anexo C – Plano de Manutenção Autónoma – Agrafadeira/Coladeira

Tabela 10 - Plano de Manutenção Autónoma - Agrafadeira/ Coladeira

Plano de Manutenção Autónoma - Agrafadeira/Coladeira							2021	Elaborado por: Gonçalo Pereira				
							Aprovador por: Eng. José Carlos					
Ref.	Setor da Máquina	Tarefa	Tipo de Operação	Resp.	Material	Estado da Máquina	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	
A.EE.1	Elevador entrada	Verificação visual da linearidade dos roletes das rampas do elevador	Inspeccionar	Op 1		Parada						
A.EE.2	Elevador entrada	Verificação dos rolamentos internos dos roletes das rampas do elevador	Inspeccionar	Op 1		Parada						
A.EE.3	Elevador entrada	Lubrificação do parafuso roscado	Lubrificação	Op 2	Pulverizador	Parada						
A.EE.4	Elevador entrada	Lubrificação dos braços do elevador	Lubrificação	Op 2	Pulverizador	Parada						
A.EE.5	Elevador entrada	Verificar o nível do óleo do Redutor	Inspeção	Op 1		Parada						
A.EE.6	Elevador entrada	Verificação do bom estado, da tensão e do alongamento da corrente	Inspeção	Op 1		Parada						
A.EE.7	Elevador entrada	Depois de inspeccionar, lubrificar a corrente	lubrificação	Op 2		Parada						
A.S.8	Sandwichs	Verificação do bom estado, da tensão e do alongamento da corrente	Inspeção	Op 1		Parada						
A.S.9	Sandwichs	Depois de inspeccionar, lubrificar a corrente	Lubrificação	Op 2	Pulverizador	Parada						
A.S.10	Sandwichs	Lubrificação dos rolamentos	Lubrificação	Op 2		Parada						
A.S.11	Sandwichs	Verificação da tensão e do desgaste da correia	Inspeção	Op 1		Parada						
A.S.12	Sandwichs	Verificar o nível do óleo do redutor	Inspeção	Op 1		Parada						
A.G.13	Geral	Verificar o funcionamento dos compartimentos de segurança	Inspeção	Op 1		Em Produção						
A.G.14	Geral	Verificar o funcionamento das células/sensores	Inspeção	Op 1		Parada						
A.G.15	Geral	Verificar as ancoragens da máquina ao solo	Inspeção	Op 1		Em Produção						
A.G.16	Geral	Verificação do nível de óleo e verificação do filtro do FRL	Inspeção	Op 1		Parada						
A.G.17	Geral	Verificar a presença dos cárter, suas fixações e seu bom estado	Inspeção	Op 1		Parada						
A.G.18	Geral	Verificar e limpar painéis de comando e visores	Inspeção; Limpar	Op.2	Pano	Parada						
A.G.19	Geral	Limpar escadas de acesso e tapetes de saída da máquina	Limpar	Op.2	Pano	Parada						
Observações	Registrar com um <input checked="" type="checkbox"/> nas operações realizadas e uma X nas operações que ficaram por realizar				Operador 1	Nome						
	Descrever todas as não conformidades, seguidas das respetivas datas					Rúbrica						
					Operador 2	Nome						
						Rúbrica						

Anexo D – Plano de Manutenção Autónoma - Casemaker

Tabela 11 - Plano de Manutenção Autónoma - Casemaker

Plano de Manutenção Autónoma - Casemaker							Elaborado por: Gonçalo Pereira				
							Aprovador por: Eng. José Carlos				
Ref.	Setor da Máquina	Tarefa	Tipo de Operação	Resp.	Material	Estado da Máquina	2021				
							Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
C.AA.1	Alimentador Automático	Verificar a tensão e estado das correias	Inspeccionar	Op 1		Parada					
C.AA.2	Alimentador Automático	Verificar a tensão e o estado das correntes e dos fechos das correntes	Inspeccionar	Op 1		Parada					
C.AA.3	Alimentador Automático	Verificar estado e limpar os refletores das células	Inspeccionar; Limpar	Op 2	Pano	Parada					
C.AA.4	Alimentador Automático	Verificar a folga das porcas de deslocação	Inspeccionar	Op 1		Parada					
C.AA.5	Alimentador Automático	Limpar os parafusos ajustadores e os eixos	Inspeccionar; Limpar	Op 2	Pano	Parada					
C.AA.6	Alimentador Automático	Limpar as calhas e os rolos de deslocamento dos elementos	Limpar	Op 3	Pano	Parada					
C.T.7	Tabulador/Introdutor	Verificar o estado e tensão das correias	Inspeccionar	Op 1		Parada					
C.T.8	Tabulador/Introdução	Limpar os sacos de recuperação de poeiras	Inspeccionar; Limpar	Op 2	Ar comprimido	Parada					
C.T.9	Tabulador/Introdução	Remover a poeira da turbina do ventilador de aspiração	Limpar	Op 2	Ar comprimido	Parada					
C.T.10	Tabulador/Introdução	Remover a poeira da turbina do ventilador de desempoeiramento do papelão	Limpar	Op 2	Ar comprimido	Parada					
C.T.11	Tabulador/Introdução	Retirar a poeira da turbina do ventilador de filtragem dos refugos da transferência a vácuo e da mesa de tabulação	Limpar	Op 3	Ar comprimido	Parada					
C.T.12	Tabulador/Introdução	Limpar e aspirar os refugos de papelão da mesa de tabulação e das cremalheiras que servem para o deslocamento do batente traseiro	Limpar	Op 3	Aspirador; Escova	Parada					
C.T.13	Tabulador/Introdução	Verificar se não há refugos de papelão entre os rolos de transferência a vácuo	Inspeccionar; Limpar	Op 2	Aspirador; Escova	Parada					
C.UI.14	Unidades Impressoras	Lavar cuidadosamente o cilindro reticulado e o rolo emborrachado, verificando o seu estado	Inspeccionar; Limpar	Op 2 e 3	Pano; Água+Detergente	Parada					
C.UI.15	Unidades Impressoras	Retirar toda a poeira e o refugo de papelão da transferência a vácuo	Limpar	Op 2 e 3	Aspirador; Escova	Parada					
C.UI.16	Unidades Impressoras	Verificar estado e limpar a sujidade dos roletes de transporte	Inspeccionar; Limpar	Op 2 e 3	Pano	Parada					
C.UI.17	Unidades Impressoras	Desapertar a tampa, retirar o filtro de tinta e lavar com água	Limpar	Op 2 e 3	Água	Parada					
C.UI.18	Unidades Impressoras	Limpar os respingos de tinta sobre: as tampas, os eixos, os anéis de conexão e os sensores	Inspeccionar; Limpar	Op 2 e 3	Pano; Escova; Água+Deterge	Parada					
C.UI.19	Unidades Impressoras	Limpar os conectores dos cilindros de quaisquer respingos de tinta	Inspeccionar; Limpar	Op 2 e 3	Pano; Água+Detergente	Parada					

C.US.20	Unidade Secagem	Verificar estado e tensão das correias	Inspecionar	Op 1		Parada					
C.S.21	Slotter	Verificar o estado das lâminas e das contra lâminas	Inspecionar	Op 1		Parada					
C.S.22	Slotter	Verificar o estado dos amortecedores de lâminas da aba	Inspecionar	Op 1		Parada					
C.S.23	Slotter	Eliminar todos os resíduos de tinta seca	Inspecionar; Limpar	Op 2	Pano	Parada					
C.C.24	Cortador	Inspecionar o estado da bigorna de corte	Inspecionar	Op 1		Parada					
C.C.25	Cortador	Assinalar qualquer deteriorização das formas de corte: filetes fresados deteriorados	Inspecionar	Op 1		Parada					
C.V.26	Vibrador	Limpar e retirar todas as aparas de cartão	Limpar	Op 3	Aspirador;Escova	Parada					
C.V.27	Vibrador	Verificar a tensão das correias e seu desgaste	Inspecionar	Op 1		Parada					
C.D.28	Dobradeira	Verificar a tensão das correias e seu desgaste	Inspecionar	Op 1		Parada					
C.D.29	Dobradeira	Limpar a coladora	Inspecionar;Limpar	Op 2	Pano;Água+Detergente	Parada					
C.D.30	Dobradeira	Lubrificar os conectores rápidos da coladora	Inspecionar; Lubrificar	Op 2	Pano;Água+Detergente	Parada					
C.P.31	Paletizador	Verificar a tensão das correias e seu desgaste	Inspecionar	Op 1		Parada					
C.P.32	Paletizador	Verificar estado e limpar sensores/fotocélulas	Inspecionar; Limpar	Op 2	Pano	Parada					
C.G.33	Geral	Retirar os objetos grandes acumulados em volta da máquina	Limpar	Op 3	Aspirador;Escova	Parada					
C.G.34	Geral	Limpar os trilhos e cilindros de deslocamento ao longo da máquina	Limpar	Op 3	Aspirador;Escova	Parada					
C.G.35	Geral	Limpar e retirar a poeira da máquina	Limpar	Op 3	Aspirador;Escova;Pano	Parada					
C.G.36	Geral	Verificar e assinalar na seção do registo de anomalias qualquer falha no funcionamento elétrico: fins de curso, paragens de emergencia e luzes	Inspecionar	Op 1		Em Produção					
C.G.37	Geral	Perceber e assinalar na seção do registo de anomalias qualquer falha de funcionamento e os ruidos suspeitos	Inspecionar	Op 1		Em Produção					
C.G.38	Geral	Retirar a poeira das grades dos motores elétricos	Limpar	Op 3	Aspirador;Escova	Parada					
C.G.39	Geral	Limpar os filtros de ar das caixas elétricas	Limpar	Op 3	Ar comprimido	Parada					
C.G.40	Geral	Limpar rolos dos tapetes de entrada e saída	Limpar	Op 3	Ar comprimido	Parada					
Observações	Registrar com um <input checked="" type="checkbox"/> nas operações realizadas e uma X nas operações que ficaram por realizar						Nome				
	Descrever todas as não conformidades, seguidas das respetivas datas				Operador 1		Rúbrica				
							Nome				
					Operador 2		Rúbrica				
							Nome				
					Operador 3		Rúbrica				

Anexo E – Auditoria Interna 5S



Auditoria Interna 5S

Secção **Produção de Embalagens - SLOTTER** Data **28/04/2021**

Responsável pela Auditoria **OPERADOR DE MÁQUINA**

	MM (1)	M (2)	S (3)	B (4)	MB (5)
1 Limpeza das áreas de trabalho				4	
2 Materiais estranhos ou inúteis					5
3 Identificação de materiais e de locais					5
4 Organização do material					5
5 Estado de conservação dos materiais e equipamentos					5
6 Instruções e regras de trabalho (processo e segurança)				4	
7 Facilidade na identificação e localização do pretendido					5
Sub-total	0	0	0	8	25

Total **33**

Avaliação global	*****	> 30
	****	> 25
	***	> 15
	**	> 10
	*	> 5

Legenda:

MM (1)	M (2)	S (3)	B (4)	MB (5)
muito mau	mau	suficiente	bom	muito bom

Dados para a realização

Frequência semanal a realizar pelo operador de máquina

Frequência mensal a realizar por chefias

Figura 44 - Auditoria Interna 5S