



Instituto Superior de Engenharia

Politécnico de Coimbra

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Manutenção na TreviPapel

Relatório de Estágio para a obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Mecânica

Especialização em Construção e Manutenção de
Equipamentos Mecânicos

Autor

David Alexandre Videira Barreira

Orientador

Professor Doutor António Santos Simões

ISEC

Supervisor na empresa TreviPapel

Engenheiro Nuno Miguel da Silva Costa



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, Novembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Antes de mais, quero agradecer aos donos da TreviPapel o senhor Paulo Lobo e a senhora Rosa, por me darem a oportunidade de realizar o meu estágio na sua empresa.

Em seguida, quero agradecer a todos os colaboradores da Trevipapel, ao supervisor Engenheiro Nuno Costa, pela forma como me recebeu e tratou ao longo do estágio, pela maneira de transmitir conhecimento, foi sem dúvida um prazer enorme poder trabalhar com ele.

Gostaria ainda de deixar um agradecimento especial ao Engenheiro Rui Seguro, que sempre se mostrou disponível para me ajudar. Dentro deste grupo, mas não menos importantes, quero agradecer a todos os técnicos de manutenção com os quais tive o prazer de trabalhar em equipa.

Como este trabalho simboliza o finalizar de um percurso de sete anos, deixo o meu agradecimento formal ao ISEC, pela instituição que é, pelo que me fez ser e pelo que contribuiu para o meu conhecimento.

No âmbito do estágio tenho ainda de agradecer ao meu orientador por toda a disponibilidade para discutir e trazer melhoramentos relacionados com o relatório de estágio.

Por fim, mas sem dúvida o agradecimento mais importante é à minha família, por todo o apoio que me deram ao longo deste período, estiveram sempre presentes em todos os momentos. Foi com o apoio deles que pude concluir mais uma etapa na minha vida.

Obrigado a todos!

RESUMO

Atualmente, decorrem tempos importantes para a indústria, principalmente para a indústria Portuguesa, mantendo-se focada em acompanhar o desenvolvimento das suas concorrentes a nível nacional e internacional.

É no enquadramento da indústria de papel que surge o estágio, com o objetivo de explorar a sua transformação e compreender assim todo o seu funcionamento.

No presente relatório são abordados os indicadores de manutenção, na TreviPapel que é a empresa acolhedora do estágio. Por forma a explicar a produção, foram tidas em conta, todas as etapas no processo de transformação do papel.

No decorrer do estágio foram realizadas atividades tendo em consideração todos os conhecimentos adquiridos no decorrer da vida académica enquanto estudante do ISEC.

Palavras-chave: Papel, Manutenção, Indicadores, TreviPapel;

ABSTRACT

Nowadays, important times are taking place for the industry, especially for the Portuguese industry, remaining focused on monitoring the development of its competitors on at national and international level.

It is within the framework of the paper industry that the internship arises, with the aim of exploring its transformation and thus understanding its entire functioning.

This report addresses maintenance indicators at TreviPapel, the company hosting the internship. In order to explain production, all stages in the paper transformation process were taken into account.

During the internship, activities were carried out taking into account all the knowledge acquired during academic life as an ISEC student.

Keywords: Paper, Maintenance, Indicators, TreviPapel

ÍNDICE

Agradecimentos	i
Resumo	ii
<i>Abstract</i>	iii
Índice.....	iv
Índice de Figuras	vi
Índice de Tabelas	vii
Lista de Siglas e Acrónimos.....	viii
Lista de Símbolos.....	ix
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Empresa/Grupo de Acolhimento	2
1.3.1 Certificações	6
1.4 Plano de Trabalho	7
1.5 Estrutura do Relatório	8
2 .Manutenção na Indústria	9
2.1 Conceito de Manutenção	9
2.2 Objetivos	9
2.3 Estratégias de Manutenção	10
2.4 Engenharia na Manutenção	11
2.4.1 Responsabilidades da Posição.....	11
2.4.2 Conteúdo do Programa de Manutenção	13
2.4.3 Normas de Manutenção	14
2.4.4 NP EN 015341 2009 – Indicadores de Desempenho da Manutenção (KPI)	17
2.4.5 NP EN 9001 2000 – Sistema de Gestão da Qualidade	17
2.4.6 Planeamento da Manutenção	17
2.4.7 Custos da Manutenção.....	18
2.4.8 Tipos de Manutenção.....	19
2.4.9 Manutenção Planeada	20
2.4.10 Manutenção Não Planeada.....	21
2.4.11 Indicadores da Manutenção	21

Manutenção na TreviPapel

2.4.12	Manutibilidade	22
2.4.13	Fiabilidade	23
2.4.14	Disponibilidade.....	25
2.4.15	Análise dos custos de manutenção e não-manutenção dos equipamentos	26
3	O Papel.....	29
3.1	Ciclo do Papel.....	29
3.1.1	Diferenças das Bobines	29
3.2	Processo de Transformação do Papel	31
4	Manutenção na Trevipapel	41
4.1	Atividades Desenvolvidas no Estágio	43
4.2	Indicadores de Manutenção.....	46
5	Propostas de Melhoria.....	51
6	Conclusão	52
7	Trabalhos Futuros.....	53
	Referências Bibliográficas.....	54
	Anexos	55
	Anexo A – Software “Glose”.....	56
	Anexo B – Ordem de Produção/Fabrico	57
	Anexo C – Ordem de Trabalho.....	58
	Anexo D – Ordem de Trabalho (Troca de Ferramenta)	59
	Anexo E – Ordem de Trabalho Planeada	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Diagrama do Grupo SOCIGENE.....	2
Figura 1.2 - Instalações da TREVIPAPEL 1	3
Figura 1.3 - Instalações da TREVIPAPEL 2.....	3
Figura 1.4 - Instalações da MOVIESTRADA.....	4
Figura 1.5 - Instalações da PAPER PRIME	5
Figura 2.1 - Custos versus nível de manutenção (Mirshawe e Olmedo, 1993).....	18
Figura 2.2 - Tipos de Manutenção (Piedade, 2012).....	19
Figura 2.3 - "Curva da Banheira" (Sousa, 2011)	24
Figura 3.1 - A figura apresenta a dimensão das bobines e os tipos de papel utilizados no fabrico de produtos de higiene: a)Bobines de Matéria b) Papel “pasta”acima e Papel “sulfito” abaixo	30
Figura 3.2 - Exemplo de um Desenrolador.....	32
Figura 3.3 - Ilustração da passagem do papel na Unidade de Gofragem	33
Figura 3.4 - Representação de Rolos Gofradores e suas diferenças, tipos de materiais e usos:.....	34
Figura 3.5 - Ilustração da bacia de cola, do Rolo Anilox situado á direta e do Rolo Clichê.....	34
Figura 3.6 - Rolo de Impressão.....	35
Figura 3.7 - Cortes do Papel e Mudanças de Direção.....	35
Figura 3.8 - Linha de Produção da Omet: a) Cabeça, b) Conjunto de Pentes.....	36
Figura 3.9 - Rolo superior responsável pelo corte e Rolo inferior responsável pela dobra	37
Figura 3.10 - Sistema de Formação de Maço (ASV).....	37
Figura 3.11 - Embaladora (ASV)	38
Figura 3.12 - Máquina de Corte (PCMC)	39
Figura 4.1 - Comparação dos Indicadores das Omet´s	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1- Plano de Trabalho	7
Tabela 4.1 - Árvores de Máquinas	42
Tabela 4.2 - Dados da Omet 1 (1ºTrimestre 2024)	46
Tabela 4.3 - Indicadores da Trevi 1 (1ºTrimestre 2024)	47
Tabela 4.4 - Indicadores da Trevi 2 (1ºTrimestre 2024)	48
Tabela 4.5 - Indicadores da Trevi 1 (4ºTrimestre 2023)	48
Tabela 4.6 - Indicadores de Preventivas (1º Trimestre 2024)	50

LISTA DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

AMP	Active Maintenance Planes
APMI	Associação Portuguesa de Manutenção Industrial
AGV	Automated Guided Vehicle
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CEN	Conselho Europeu de Normalização
CENELEC	Comité Européen de Normalização Eletrotécnica
CO	Corretiva
CT	Comissões Técnicas
D	Disponibilidade
DIN	Deutsches Institut für Normung
EHS	Environment, Health and Safety
EN	Norma Europeia
FSC	Forest Steward Council
IMOB	Imobilização
INT	Intervenções
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISEC	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
ISO	International Organization for Standardization
KPI	Key Performance Indicator
MTBF	Tempo Médio Entre Falhas
MTTR	Tempo Técnico de Reparação
NP	Norma Portuguesa
ONS	Organização de Normalização Setorial
OU	Outras
PH	Hygiene Product
PHA	Process Hazard Analysis
PR	Preventiva
RCM	Reliability Centred Maintenance
RH	Humid Resistant

LISTA DE SÍMBOLOS

Alfabeto grego

λ	Taxa de Avarias
μ	Taxa de Reparação

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Com o desenvolvimento da inteligência humana, as representações gráficas foram se tornando cada vez mais complexas, transmitindo assim as suas ideias e pensamentos. Estas representações eram realizadas numa variedade de superfícies, desde tabletes de barro cozido, tecidos de fibras, papiros até chegar ao uso de papel. (Celeuloseonline, 2023)

Historiadores acreditam que Cai Lun, um alto funcionário da corte imperial na dinastia Han, tenha sido o inventor do papel através da casca de amoreira e fibra de bambu, no ano 105. (Celeuloseonline, 2023)

Este processo consistia no cozimento forte das fibras, seguido de batidas por forma destas serem esmagadas. A pasta obtida pela dispersão das fibras era depurada numa peneira, permitindo assim chegar á constituição de uma folha. Esta só tinha de passar pelo último processo, a secagem. Era realizada uma prensagem e de seguida pendurada ao ar. Os espécimes que chegaram até aos nossos dias comprovam que o papel feito pelos antigos chineses era de alta qualidade, o que permite, até mesmo compará-lo ao papel feito atualmente. (Celeuloseonline, 2023)

A Revolução Industrial nos séculos XVIII e XIX trouxe mais avanços para a fabricação de papel. A invenção da máquina Fourdrinier em 1803 por Henry e Sealy Fourdrinier possibilitou a produção contínua de papel, aumentando a eficiência e reduzindo os custos. (Celeuloseonline, 2023)

Em 1840, o engenheiro alemão Friedrich Gottlob Keller desenvolveu a produção de papel através da celulose que ainda é realizada nos dias de hoje.

No início da chamada "era dos computadores", previa-se que o consumo de papel diminuísse bastante, pois ele teria ficado obsoleto. No entanto, esta previsão não se verificou na prática: a cada ano, o consumo de papel era maior devido à facilidade de acesso a computadores e impressoras, o que faz com que o uso do papel fosse menos racionado que outrora.

Atualmente encontramos-nos numa “era digital” em que o uso do papel nos escritórios e escolas têm vindo a diminuir, porem é utilizado nos produtos de higiene e limpeza, o que leva a um aumento do seu consumo e produção.

O tamanho do mercado europeu de papel higiênico e de tissue é estimado em US\$ 54,36 bilhões em 2024, e deverá atingir US\$ 62,14 bilhões até 2029, crescendo a um Compound Annual Growth Rate (CAGR) de 2,71% durante o período de previsão (2024-2029).(mordorintelligence, 2024)

1.2 Objetivos

O principal objetivo do estágio foi adquirir competências relacionadas com a gestão da manutenção das linhas de produção, mas também de compreender um pouco sobre a indústria do papel e a sua transformação em produtos de higiene pessoal e profissional.

1.3 Empresa/Grupo de Acolhimento

A SOCIGENE (Figura 1.1) foi criada em janeiro de 1991 com a missão de fornecer produtos de papel para higiene e limpeza profissional, solidificou rapidamente a sua presença no mercado nacional e é hoje uma referência também a nível internacional. (Trevipapel, 2023)

Com uma política de investimento contínuo em qualidade, tecnologia e otimização dos meios e processos produtivos para responder com grande flexibilidade e eficácia às necessidades de cada cliente, a SOCIGENE adaptou-se às condições de mercado e consolidou o seu crescimento permanente desde a sua fundação. (Trevipapel, 2023)



Figura 1.1 - Diagrama do Grupo SOCIGENE

Manutenção na TreviPapel

Fundada em 1999 com o objetivo de transformar parte dos produtos comercializados pela Socigene, a TREVIPAPEL (Figura 1.2) evoluiu de uma pequena empresa, consolidando a sua atividade e tornando-se um dos principais fabricantes de produtos de higiene profissional em Portugal. (Trevipapel, 2023)

Com sede na Lousã (Figura 1.3), mas com os olhos postos no mundo, as unidades fabris estrategicamente localizadas no centro do país, garantem o abastecimento de todo o território nacional e a exportação dos seus produtos marca Joker também para Espanha, Europa Central, África e América do Sul. (Trevipapel, 2023)



Figura 1.2 - Instalações da TREVIPAPEL 1



Figura 1.3 - Instalações da TREVIPAPEL 2

Criada em 2002 a empresa MOVIESTRADA (Figura 1.4) nasce da necessidade de centralização de toda a atividade logística de transporte do Grupo Socigene. (Trevipapel, 2023)

Com uma variada frota de veículos pesados o Grupo assegura no âmbito do mercado nacional uma maior flexibilidade e um melhor prazo de entrega e controlo de qualidade de todas as operações até á entrega ao cliente. (Trevipapel, 2023)



Figura 1.4 - Instalações da MOVIESTRADA

Criada em 2016, a PAPER PRIME (Figura 1.5) foi estabelecida com o objetivo de se dedicar à produção de bobinas de papel tissue, permitindo ao Grupo Socigene integrar todas as operações, desde o abastecimento de matéria-prima até à fabricação do produto acabado e sua respetiva entrega aos clientes.

A PAPER PRIME tem implementado e certificado desde 2017 um sistema de gestão da qualidade de acordo com a norma ISO 9001 e em 2018 obteve a certificação FSC – Forest Steward Council. (TreviPapel, 2023)



Figura 1.5 - Instalações da PAPER PRIME

Garantindo a produção em quantidade e qualidade na génese da cadeia de valor do Grupo Socigene, a PAPER PRIME fecha o ciclo que permite o perfeito controlo de todas as matérias-primas utilizadas no fabrico dos seus produtos, garantindo a auto-sustentabilidade do Grupo incrementando toda a sua cadeia de valor. (Trevipapel, 2023)

1.3.1 Certificações

1.3.1.1 Sistema de Gestão da Qualidade

Neste sentido, o objetivo primordial do grupo é aumentar a satisfação dos clientes e assegurar uma melhoria contínua dos processos internos. (Trevipapel, 2023)

Encontra-se assim implementado na Trevipapel um sistema de gestão da qualidade de acordo com a norma ISO 9001, concluído em junho de 2015 com a obtenção da respetiva certificação. (Trevipapel, 2023)

Assim, sendo um dos principais objetivos, o cumprimento de todos os requisitos dos clientes e tendo consciência que a satisfação máxima do cliente é a principal prioridade, o grupo esforça-se ao máximo em produzir e colocar produtos de qualidade. Como tal esta preparado para enfrentar os desafios do mercado interno e externo. (Trevipapel, 2023)

Fruto da visão e atitude perante o mercado, o Sistema implementado evoluiu consideravelmente em torno de uma política de Qualidade, culminando Trevipapel, há quase vinte anos a esta parte, na implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade. (Trevipapel, 2023)

1.3.1.2 FSC

Espelhando o compromisso voluntário na adoção e divulgação de práticas mais sustentáveis de produção e comercialização, a Trevipapel tem implementado desde novembro de 2020 a Certificação de Cadeia de Custódia, que define os requisitos para a rastreabilidade das matérias-primas desde a Floresta até ao consumidor final, permitindo às empresas terem a certeza da origem dos produtos que compram. (Trevipapel, 2023)

O cliente/consumidor ao escolher produtos de papel com rotulo FSC, fabricados pela Trevipapel, marcas JOKER e ACACIA, estará a ajudar a cuidar das florestas e a preferir produtos provenientes de florestas geridas responsavelmente. (Trevipapel, 2023)

1.3.1.3 Ecolabel (Rótulo Ecológico)

Com o objetivo de promover a melhoria do desempenho ambiental, a Trevipapel candidatou-se ao Sistema de Rótulo ecológico da União Europeia (EU Ecolabel), de natureza voluntária e reconhecimento no Espaço Económico Europeu, que permite distinguir os produtos com desempenho ambiental de excelência. Trevipapel obteve a sua licença de utilização do Rotulo ecológico da União Europeia (EU Ecolabel) em maio de 2023. (Trevipapel, 2023)

1.4 Plano de Trabalho

O plano de trabalho (Tabela 1.1) foi desenvolvido em consonância com o supervisor Engenheiro Nuno Costa e adaptado de acordo com as necessidades e atividades da empresa, percorrendo as seguintes fases:

Fase 1→ Primeiro contacto com a montagem de uma linha de produção.

Fase 2→ Integração e formação sobre o Sistema de Manutenção utilizado pela empresa, gestão de stock de peças de manutenção das linhas.

Fase 3→ Acompanhamento na construção de linhas de produção e na intervenção técnica por parte da entidade fabricante.

Fase 4→ Análise dos indicadores de manutenção de toda entidade acolhedora.

Fase 5→ Elaboração do relatório final.

Tabela 1.1- Plano de Trabalho

Ano	2023	2023	2023	2024	2024	2024	2024	2024	2024
Mês	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Fase 1									
Fase 2									
Fase 3									
Fase 4									
Fase 5									

1.5 Estrutura do Relatório

O presente relatório é composto por sete capítulos, os quais se subdividem em subcapítulos.

O primeiro capítulo explica o âmbito do trabalho, a escolha da empresa, os objetivos definidos, o plano de trabalho com suas diferentes fases e a estrutura do presente documento.

O segundo capítulo aborda a importância da manutenção numa indústria. Este capítulo explica detalhadamente o conceito, os objetivos, as estratégias, as normas, a engenharia por trás, o planeamento, os custos, os tipos e os indicadores da manutenção. Neste capítulo é feito uma análise de custos entre não-manutenção e manutenção, finalizando com a organização da manutenção e a criticidade dos equipamentos. Esses temas são de grande importância, visto que são aplicados na entidade acolhedora.

O terceiro capítulo diz respeito ao papel. Este capítulo relata o ciclo do papel e o processo de transformação da matéria-prima em produto acabado, explica em detalhes e fornece exemplos de produtos com diferentes variações.

O quarto capítulo descreve detalhadamente o grupo no qual fui inserido. Descreve todas as atividades realizadas durante o estágio e os indicadores de manutenção. Este capítulo, assim como o anterior, baseia-se no conhecimento do supervisor Engenheiro Nuno Costa, do Engenheiro Rui Seguro e de todos os técnicos de manutenção com os quais trabalhei.

O quinto capítulo descreve as propostas de melhoria para o grupo e para a empresa acolhedora.

O sexto capítulo aborda as conclusões do trabalho, discute o cumprimento dos objetivos traçados e faz uma análise do decorrer do estágio.

O último capítulo é referente aos trabalhos futuros que podem ser executados por outro estagiário ou por funcionários internos da empresa.

2 .MANUTENÇÃO NA INDÚSTRIA

A manutenção é responsável pela fiabilidade do equipamento em funcionamento, garantindo a máxima disponibilidade para evitar perdas na produção fabril e assegurar o cumprimento dos prazos de produção, resultando na entrega do produto com a melhor qualidade possível.

2.1 Conceito de Manutenção

Assim sendo, a manutenção é um conjunto de ações que asseguram o bom funcionamento dos equipamentos e instalações, de forma a evitar a sua avaria ou a diminuição de rendimento e, acontecendo essa avaria, que seja repostado o funcionamento do equipamento o mais breve possível em boas condições de operacionalidade com um custo global otimizado. Estas ações contribuem assim para um bom funcionamento produtivo, a segurança, a qualidade do produto, as boas relações interpessoais, a imagem da empresa, a rentabilidade económica do processo produtivo e a preservação dos investimentos. (Gregório et al, 2018)

2.2 Objetivos

A manutenção tem como finalidade:

- Redução de custos;
- Evitar paragens com perdas de produção;
- Diminuir os tempos de imobilização;
- Reduzir os tempos de intervenção através de uma boa preparação de trabalho;
- Reduzir o número de avarias;
- Melhorar a qualidade da produção;
- Aumentar a segurança de serviço;
- Aumentar o tempo de vida do equipamento.

2.3 Estratégias de Manutenção

A manutenção tem grande impacto a vários níveis. Tais como:

- Rentabilidade
- Operação
- Produtos
- Colaboradores
- Clientes
- Resultados

A formação dos colaboradores tem grande impacto numa empresa, devido a estes se incluírem no sistema o que contribui assim para o bom funcionamento da empresa e uma melhor gestão do seu tempo, sendo eles os principais intervenientes na manutenção, estão aptos para efetuar procedimentos tais como:

- Limpeza
- Lubrificação
- Inspeções
- Pequenas reparações
- Medição de vibrações
- Análises de óleos
- Rotinas

Para que a estratégia seja bem-sucedida, deve minimizar custos e perdas de produção, tendo o responsável a capacidade de optar pelo mais barato ou mais caro fazendo a reparação ou substituição do equipamento. Para isso existem fatores externos que influenciam essa escolha. (Piedade, 2012)

Os fatores externos são as políticas de:

- Manutenção dos equipamentos
- Subcontratação
- Recursos humanos e formação
- Investimentos em manutenção
- Intervenção da estrutura de manutenção em novos projetos
- Stocks

2.4 Engenharia na Manutenção

A regra da engenharia na manutenção é garantir que os ativos de uma fábrica atendem às procuras atuais da empresa. Onde o engenheiro da fiabilidade olha para as necessidades de fiabilidade de longo prazo, o engenheiro da manutenção lida com o dia-a-dia das responsabilidades da fiabilidade. (Marinho, 2022)

2.4.1 Responsabilidades da Posição

- Identificar, iniciar, coordenar e concluir a manutenção tática e as oportunidades de melhoria;
- Fazer operações ou manutenção na área atribuída, por exemplo, resolução de problemas, acesso a problemas, gerenciamento de sobressalentes e assim por adiante;
- Em novos projetos, auxiliar a engenharia de projetos no desenvolvimento e implementação de planos de controlo, isto é, criticidade, plano de manutenção preventiva, peças sobressalentes, qualidade, facilidade de manutenção e operacionalidade;
- Em ativos existentes, executar revisões periódicas e atualizar e modificar os planos de controlo;
- Comunica-se com engenharia de fiabilidade que para garantir operações de longo prazo e ativos de manutenção, os problemas são devidamente investigados com soluções implementadas;
- Auxiliar na gestão de operações ou manutenção com orçamento do departamento e previsão de despesas;
- Rastrear e avaliar continuamente as operações ou despesas de manutenção, por exemplo, custo e horas de trabalho para garantir a utilização eficaz de recursos;
- Facilitar a mudança positiva na organização de manutenção liderando proativamente as iniciativas do departamento. Atuar como um agente de mudança na implementação de objetivos de negócios multifuncionais;
- Gerar os relatórios de manutenção para área de responsabilidade;
- Conclusões de tarefas de saúde e segurança ambiental (EHS), incluindo licenças de escavação, análise de risco preliminar (PHA) e semelhantes;
- Desenvolver, implementar e pesquisar as melhores práticas dentro da área de responsabilidade, que sejam práticas preventivas de manutenção, métodos operacionais e semelhantes;
- Rever as principais compras para garantir especificações e design corretos;
- Iniciar, desenvolver e rever projetos de melhoria de capital;
- Gerar o relatório de manutenção mensal para área de responsabilidade;
- Backup para supervisor de manutenção;

- Outras funções e projetos conforme atribuídos, tais como, desenvolvimento, implementação e avaliação periódica de um eficaz plano de manutenção de ativos (AMP);
- Manter a segurança exigida;
- Manter os níveis de segurança e confiabilidade inerentes;
- Otimizar a disponibilidade;
- Obter as informações necessárias para a melhoria do design dos itens cuja fiabilidade inerente se mostre inadequada;
- Atingir essas metas com um custo mínimo do ciclo de vida total, incluindo custos de manutenção e custos de falhas residuais;
- Ter as informações necessárias para estabelecer um programa de manutenção dinâmico que melhore sobre o programa inicial, e suas revisões, avaliar sistematicamente a eficácia das tarefas de manutenção previamente definidas. Ao monitorizar a condição de segurança específica, crítica ou cara, os componentes desempenhariam um papel importante no desenvolvimento de um programa dinâmico.
- Esses objetivos reconhecem que os programas de manutenção, como tais, não podem corrigir deficiências nos níveis de segurança e confiabilidade inerentes aos equipamentos e estruturas. O programa de manutenção pode apenas minimizar a deterioração e restaurar o item aos seus níveis inerentes. Se os níveis inerentes forem encontrados insatisfatórios, modificação de projeto, mudanças operacionais ou procedimento (como programas de treinamento) podem ser necessários para obter melhorias.

2.4.2 Conteúdo do Programa de Manutenção

O conteúdo do programa de manutenção em si consiste em dois grupos de tarefas

Um grupo de tarefas de manutenção preventiva, que incluem tarefas de detecção de falhas, programadas para serem realizados intervalos especificados ou com base nas condições. O objetivo dessas tarefas identificar e prevenir a deterioração abaixo dos níveis de segurança e fiabilidade inerentes por um ou mais dos seguintes meios:

- Lubrificação ou manutenção;
- Verificação operacional, visual ou automatizada;
- Inspeção, teste funcional ou monitoramento de condição;
- Restauração;
- Descartar ou vender;

É este grupo de tarefas, que é determinado pela análise de manutenção centrada na fiabilidade (RCM), por exemplo, compreende o programa de manutenção preventiva baseado em RCM.

Um grupo de tarefas de manutenção não programadas que resultam de:

- Descobertas das tarefas agendadas realizadas em intervalos de tempo ou uso especificados
- Relatórios de mau funcionamento ou indicações de falha iminente (incluindo detecção automática)

2.4.3 Normas de Manutenção

Os documentos abaixo referidos foram elaborados pelos membros CEN (Conselho Europeu de Normalização), traduzidas e enquadradas através das Comissões Técnicas (CT) de Manutenção Industrial dos países da comunidade Europeia, e do IPQ, no caso de Portugal (exceto os de língua alemã, francesa e inglesa), em colaboração com a Subcomissão de “Sistema de Gestão da Manutenção sob a coordenação dos seus ONS (Organismo de Normalização Setorial), com vista a desenvolver um conjunto de normas e procedimentos de garantia da organização e gestão da manutenção.(Marinho, 2022).

2.4.3.1 NP 4483: 2009 – Guia para Implementação do Sistema de Gestão da Manutenção

Este documento foi elaborado pela CT 94 (Comissão Técnica) “Manutenção Industrial” em colaboração com a Subcomissão SC1 “Sistema de Gestão da Manutenção”, sob a coordenação do ONS (Organismo de Normalização Setorial) /APMI (Associação Portuguesa de Manutenção Industrial). Destacam-se nesta norma quatro pontos, competência, formação e consciencialização, cada um deles subdividido, nos pontos seguintes:

A direção da manutenção deve:

- Determinar a competência necessária para o pessoal que desempenha trabalho que afeta a qualidade do serviço;
- Proporcionar formação ou empreender outras ações que satisfaçam estas necessidades;
- Assegurar que as competências foram adquiridas;
- Fazer com que o pessoal se consciencialize da relevância e da importância das suas atividades e de como as mesmas contribuem para serem atingidos os objetivos definidos pela organização;
- Manter registos apropriados de escolaridade, formação específica, qualificação e experiência.

2.4.3.2 NP EN 013306 2007 – Terminologia

O documento acima referido foi elaborado pelo Comité CEN/TC 139 em colaboração com o DIN e ratificado pela CEN/CENELEC.

Nesta norma importa os tópicos abaixo descritos com alguma caracterização teórica:

2.4.3.2.1 Manutenção

Manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativa e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinada a mantê-lo ou repô-lo num estado em que pode desempenhar a função requerida.

2.4.3.2.2 Gestão da Manutenção

As atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades da manutenção, tais como planeamento, controlo e supervisão da

manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos.

2.4.3.2.3 Adequabilidade de Manutenção

A capacidade de uma organização de manutenção de disponibilizar os meios de manutenção apropriados no local necessário para executar a atividade de manutenção requerida num dado instante ou durante um dado intervalo de tempo.

2.4.3.2.4 Disponibilidade

Aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, num dado momento ou ao longo de um intervalo de tempo específico, considerando o fornecimento contínuo dos recursos externos necessários.

2.4.3.2.5 Fiabilidade

Aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo.

Nota: O termo “fiabilidade” também é utilizado como medida de desempenho da fiabilidade e poderá também ser definido como uma probabilidade. (Marinho, 2022)

2.4.3.2.6 Manutibilidade

Capacidade de um bem, sob condições de utilização definidas, para ser mantido ou restaurado, de tal modo que possa cumprir uma função requerida, quando a manutenção é realizada em condições definidas, utilizando procedimentos e recursos prescritos.

2.4.3.2.7 Conformidade

Cumprimento por um produto, processo ou serviço de requisitos especificados.

2.4.3.2.8 Vida Útil

Intervalo de tempo, que começa num dado instante e termina quando a taxa de avaria se torna inaceitável ou quando o bem é considerado irreparável ou na sequência de uma avaria por outras razões pertinentes.

2.4.3.2.9 Avaria

Interrupção da capacidade de um bem para cumprir uma função requerida. Nota: Depois da avaria o bem poderá estar em falha total ou parcial. (Marinho, 2022)

2.4.3.2.10 →Causa da Avaria

Razão que origina a avaria.

Nota: As razões poderão resultar de, pelo menos, um dos seguintes fatores: avaria devido à conceção, à fabricação, à instalação, por má utilização, por falsa manobra e manutenção desadequada. (Marinho, 2022)

2.4.3.2.11 → Manutenção Preventiva

É a manutenção efetuada a intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria de um bem.

2.4.3.2.12 → Manutenção Condicionada

É a manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes.

Nota: A vigilância do funcionamento ou dos parâmetros pode ser executado segundo um calendário, a pedido ou de modo contínuo. (Marinho, 2022)

2.4.3.2.13 → Manutenção Preditiva

É a manutenção condicionada efetuada de acordo com as previsões extrapoladas da análise e da avaliação de parâmetros significativos da degradação do bem.

2.4.3.2.14 → Manutenção Corretiva

É a manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor o bem num estado em que possa realizar uma função requerida.

2.4.3.2.15 → Melhoria

Conjunto de medidas de natureza técnica, administrativa e de gestão, com o objetivo de melhorar a segurança de funcionamento de um bem, sem modificar a sua função.

2.4.3.2.16 → Atraso Logístico

Tempo durante o qual a manutenção não pode ser efetuada, devido à necessidade de adquirir recursos de manutenção, excluindo qualquer atraso administrativo.

2.4.3.2.17 → Ciclo de Vida

Intervalo de tempo que se inicia com a conceção e termina com a sua eliminação.

2.4.3.2.18 → Custo do Ciclo de Vida

Todos os custos gerados durante o ciclo de vida do bem.

Nota: Para um utilizador ou proprietário, o custo total do ciclo de vida poder incluir os custos relativos à sua aquisição, operação, manutenção e eliminação do bem. (Marinho, 2022)

2.4.3.2.19 → Eficácia da Manutenção

Relação entre o objetivo da manutenção e o resultado obtido.

2.4.4 NP EN 015341 2009 – Indicadores de Desempenho da Manutenção (KPI)

Este documento foi elaborado pelo Comité Técnico CEN/TC 139 em colaboração com o DIN e ratificado pela CEN/CENELEC. Esta Norma estabelece os indicadores de desempenho de manutenção para apoio à gestão de forma a atingir a excelência de manutenção e utilizar os bens imobilizados de uma maneira competitiva. A maioria destes indicadores aplica-se a todas as instalações industriais e serviços (edifícios, infraestruturas, transporte, distribuição, redes, etc.); estes indicadores deverão ser usados para:

- Medir o estado;
- Estabelecer comparações (benchmarking interno e externo);
- Diagnosticar (análises de pontos fortes e fracos);
- Identificar objetivos e atingir metas a alcançar;
- Planear ações de melhoria;
- Medir continuamente os resultados das modificações ao longo do tempo.

2.4.5 NP EN 9001 2000 – Sistema de Gestão da Qualidade

O documento acima referido foi elaborado pelos membros do CEN (Conselho Europeu de Normas) traduzidas pelo IPQ (Instituto Português de Qualidade).

Este modelo normativo é o que estabelece os requisitos para os sistemas de gestão da qualidade utilizados pela maioria das empresas. Um dos traços que as distinguem das suas antecessoras (NP EN 9000:1994) é que, para além de visarem a garantia da qualidade do produto, visam, também o aumento da satisfação do cliente. Com este último objetivo colocam grande ênfase na melhoria contínua. (Marinho, 2022)

2.4.6 Planeamento da Manutenção

No âmbito da manutenção preventiva e para melhorar o controlo das práticas da manutenção, é essencial existir percursos de inspeção semanais ou diários de forma a obter uma atualização do estado do equipamento. Graças a estes percursos permite que haja conjunto de tarefas fixas com o intuito de programar e organizar com antecedência, a manutenção a aplicar.

Estas ações devem respeitar uma determinada periodicidade, variando conforme a disponibilidade e a criticidade no desempenho da máquina. Para elaborar o plano mais adequado, é essencial haver um conhecimento exaustivo da máquina, para assim, existir uma eficácia das tarefas executadas. (Marinho, 2022)

Para além destas informações, os percursos de inspeção podem ainda conter as características do equipamento, o local de instalação, a equipa ou colaborador responsável pelas funções, os recursos humanos e materiais necessários, etc.

Este plano de manutenção deve ser o mais prático possível para que a equipa responsável da manutenção perceba o que se têm de fazer.

2.4.7 Custos da Manutenção

Também tem de se ter em conta a viabilidade da manutenção em termos económicos para estes custos serem o mais otimizados possível. Estes custos são divididos em duas vertentes: custos diretos e custos indiretos. (Marinho, 2022)

Os custos diretos são aproximadamente, aqueles que são contabilizados automaticamente nas despesas da manutenção, como por exemplo:

- Despesas de mão-de-obra;
- Custos de posse de stock, ferramentas e máquinas;
- Consumo de matérias-primas/peças de substituição;
- Custos de trabalhos contratados.

Os custos indiretos são normalmente os custos associados às perdas de produção, como por exemplo:

- Custos de mão-de-obra parada;
- Perdas de produtos não fabricados;
- Perda das matérias-primas em curso de transformação;
- Amortização dos equipamentos interrompidos;
- Gastos com o arranque do processo de produção.

No cálculo do custo final dos produtos, é essencial considerar essas despesas. Portanto, a manutenção deve ser racional e economicamente viável, baseando-se em estudos e análises que sustentem e justifiquem a necessidade das atividades de manutenção

A Figura 2.1 ilustra o gráfico que demonstra a relação entre o custo e o nível de manutenção, ao analisá-lo, verifica-se que até um certo ponto (ponto ótimo) o investimento em manutenção resulta em menores custos decorrentes de falhas. No entanto, acima desse ponto, o custo total aumenta exponencialmente.

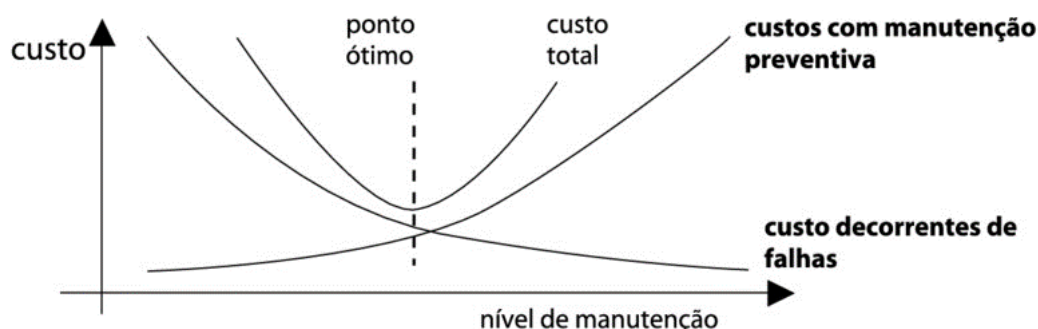


Figura 2.1 - Custos versus nível de manutenção (Mirshawe e Olmedo, 1993)

Isso mostra que o investimento na manutenção de um equipamento é adequado até certo ponto, mas pode se tornar inviável à medida que o equipamento se torna obsoleto ou os custos de manutenção não justificam mais sua operação.

2.4.8 Tipos de Manutenção

À medida que a tecnologia evoluiu, muitas foram as variantes de manutenção que apareceram agrupando-se em grupos. Mesmo que haja vários tipos de manutenção, uma organização não pode basear-se só em um tipo. Assim sendo deve tentar utilizar conjuntamente os tipos de manutenção, no sentido de haver um equilíbrio e que este se faça sentir no cumprimento dos objetivos. Na divisão dos tipos de manutenção, primeiramente existe o caso da manutenção planeada que é quando o equipamento permite as ações de manutenção para um momento mais oportuno. E depois o caso da manutenção não planeada, em que as avarias acontecem de forma imprevista. A seguir destacam-se essencialmente dois tipos de manutenção: a manutenção preventiva e a manutenção corretiva (Vaz, 2017). Na Figura 2.2 apresenta-se um esquema da organização dos diferentes tipos de manutenção.

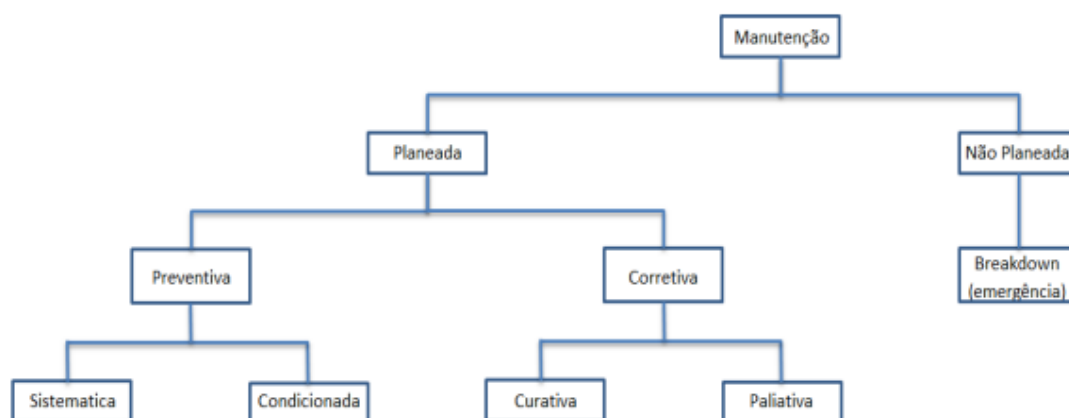


Figura 2.2 - Tipos de Manutenção (Piedade, 2012)

2.4.9 Manutenção Planeada

É uma manutenção que como o próprio nome indica, é planeada atempadamente com preparação e programação (Piedade, 2012).

2.4.9.1 Manutenção Preventiva

Tipo de manutenção efetuada com critérios pré-definidos, com a função de reduzir a probabilidade de o equipamento entrar em falha. Este tipo de manutenção tem um plano de manutenção periódico com ações de manutenção prescritas, fundamentadas segundo uma análise financeira e de fiabilidade, com o intuito de avaliar o benefício e a rentabilidade da sua aplicação. (Marinho, 2022)

Deve existir uma complementaridade entre este tipo de manutenção e a manutenção curativa de modo a que o custo da manutenção seja mínimo (Piedade, 2012; Vaz, 2017).

→ Preventiva Sistemática:

Consiste num conjunto de inspeções e ensaios realizados consoante um plano periódico pré-estabelecido segundo intervalos constantes, ou regido pelas horas de funcionamento, quantidade de ciclos, unidades produzidas, etc.(Marinho, 2022)

→Preventiva Condicionada:

Também, muitas vezes apelidada de manutenção preditiva, está ligada ao progresso dos parâmetros medidos e avaliados, segundo análises ponderadas e previamente programadas. É preciso conhecer o estado de cada um dos componentes vitais das máquinas e equipamentos, sabendo assim, posteriormente o estado de degradação e por isso, a necessidade de intervenção. (Marinho, 2022)

2.4.9.2 Manutenção Corretiva

Tipo de manutenção efetuada após a deteção de uma avaria ou de um estado de degradação elevado de um determinado equipamento, para este executar em pleno as funções requeridas com um rendimento conveniente. (Vaz, 2017)

Algumas desvantagens deste tipo de manutenção são:

→Diminui a disponibilidade dos equipamentos e máquinas afetando a produção;

→Diminui ainda a vida útil dos equipamentos/ instalação fabril.

Dependendo da avaria, esta manutenção pode ser considerada planeada ou não planeada. Não planeada está normalmente associada a um tipo de defeito aleatório, uma vez que é quase sempre inesperado. Esta faz com que as despesas e perdas de produção sejam elevadas, devido à sua imprevisibilidade, associando-se a avarias mais graves. (Marinho, 2022)

Por sua vez, a manutenção corretiva planeada, como o nome indica, é um tipo de manutenção em que existe uma programação de reparações antes de ocorrer a falha total do sistema, fazendo com que haja menos consequências. (Marinho, 2022)

Apesar de a manutenção preventiva ser a melhor opção, o que acontece é que muitas indústrias utilizam mais a manutenção corretiva porque as avarias nem sempre são fáceis de prever ou de evitar (Vaz, 2017; Piedade, 2012).

→Corretiva Curativa – conjunto de ações, aplicadas a seguir à avaria, avaria essa não planeada, que têm a finalidade de restaurar definitivamente o equipamento, ou são ações resultantes do planeamento efetuado após o restauro provisório do mesmo, mediante a execução da manutenção paliativa. Normalmente é a manutenção mais dispendiosa uma vez que exige maiores gastos e mais paragens do equipamento (Vaz, 2017).

→Corretiva Paliativa – manutenção provisória do equipamento, o chamado “desenrasque”, quando este o permite de forma a evitar custos acrescidos enquanto se programa a manutenção curativa futura (Vaz, 2017).

2.4.10 Manutenção Não Planeada

É uma manutenção de emergência, também conhecida por “breakdown”, pois implica a paragem imediata do equipamento (Piedade, 2012).

2.4.11 Indicadores da Manutenção

Na manutenção, a existência de indicadores de desempenho, é importante para o controlo da mesma e para o processo de melhoria contínua. Estes indicadores devem dar importância aos objetivos estratégicos da gestão da organização, sendo assim importantíssimo, escolher os indicadores corretos e por períodos suficientemente longos que permitam ser analisados (Farinha, 2011).

Existem, assim, três indicadores fundamentais:

- Manutibilidade;
- Fiabilidade;
- Disponibilidade.

2.4.12 Manutibilidade

Segundo a NP EN 13306:2007, manutibilidade consiste na capacidade de manter ou repor um determinado equipamento num estado em que possa cumprir uma função requerida depois de lhe ser aplicada manutenção em condições definidas, utilizando procedimentos e meios prescritos. Resumidamente, o conceito exprime a facilidade com que o equipamento pode voltar a cumprir a sua função depois de uma avaria. (Marinho, 2022)

A manutibilidade tem maior relação com a fase do projeto do equipamento do que com a atividade de manutenção devido ao responsável pelo projeto desenvolver o projeto de modo a facilitar a manutenção do equipamento depois de projetado. Sendo assim, este conceito está mais ligado á facilidade de executar a manutenção, tempos de operação da manutenção, qualidade de conceção e custos de manutenção (Marinho, 2022).

A forma de quantificar a manutibilidade é através do indicador do tempo técnico de reparação (TTR), ou do seu valor médio (MTTR):

$$MTTR = \frac{\sum_1^n TTR_i}{n} \quad (2.1)$$

Em que: TTR - Tempo técnico de reparação

n - Número de avarias

O valor de MTTR é afetado por:

- Acesso aos componentes suscetíveis a desgaste ou avaria;
- Normalização dos sistemas e componentes;
- Possibilidade de inspeções, verificação e controlo dos componentes;
- Rapidez de diagnóstico de avarias;
- Qualidade da mão-de-obra.

O tempo Técnico de Reparação de uma intervenção é constituído pela soma dos tempos seguintes (Sousa, 2011):

- Tempo de verificação da existência de avaria;
- Tempo de diagnosticar a avaria;
- Tempo de acesso à componente em falha;
- Tempo de reparação ou substituição;
- Tempo de remontagem;
- Tempo de controlo e ensaio.

2.4.13 Fiabilidade

De acordo com a norma portuguesa EN 13306:2007, a definição de fiabilidade consiste na capacidade de um equipamento em cumprir uma função requerida, sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo, logo, a fiabilidade é a probabilidade de um dispositivo estar capaz de cumprir a sua missão num período definido. A fiabilidade avalia a frequência com que o sistema irá falhar, dependendo de três fatores essenciais:

→Da conceção e qualidade de fabricação do sistema;

→Das condições de serviço;

→Da eficiência do serviço de manutenção para garantir a função ao longo da vida.

A fiabilidade tem uma forte conceção com a qualidade. A qualidade é definida como a conformidade de um produto com um conjunto de requisitos impostos, aferida num dado momento. A fiabilidade consiste na aptidão que o produto tem de continuar com esses requisitos durante um período, ou seja, de manter a qualidade ao longo do tempo. Sendo assim, logicamente, não existe fiabilidade sem qualidade inicial, isto é, a fiabilidade é o seguimento da qualidade inicial ao longo do tempo. A manutenção permite restabelecer a qualidade perdida, prolongando a fiabilidade (Ramalho, 2011; Sousa, 2011).

Para quantificar este indicador, quantifica-se através do tempo entre avarias consecutivas (TBF), também designado de tempo de bom funcionamento, ou do seu valor médio (MTBF):

$$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF_i}{n} \quad (2.2)$$

Em que:

TBF – Tempo de Bom Funcionamento

n – Número de avarias

2.4.13.1 Análise da Fiabilidade

Os indicadores anteriores têm ligação a outros parâmetros intrínsecos, dos quais se destacam a taxa de avarias e a taxa de reparações.

A taxa de avarias, λ , é dada por:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad (2.3)$$

E a taxa de reparação, μ , por:

$$\mu = \frac{MTTR}{1} \quad (2.4)$$

Os parâmetros anteriores são determinados através de valores médios e, assim, é possível assumir alguma estabilidade no ciclo de vida dos equipamentos. (Sousa, 2011)

Assim sendo na Figura 2.3 pode-se observar a “Curva da Banheira”, que caracteriza a taxa de avarias ao longo da vida de um equipamento (Sousa, 2011).

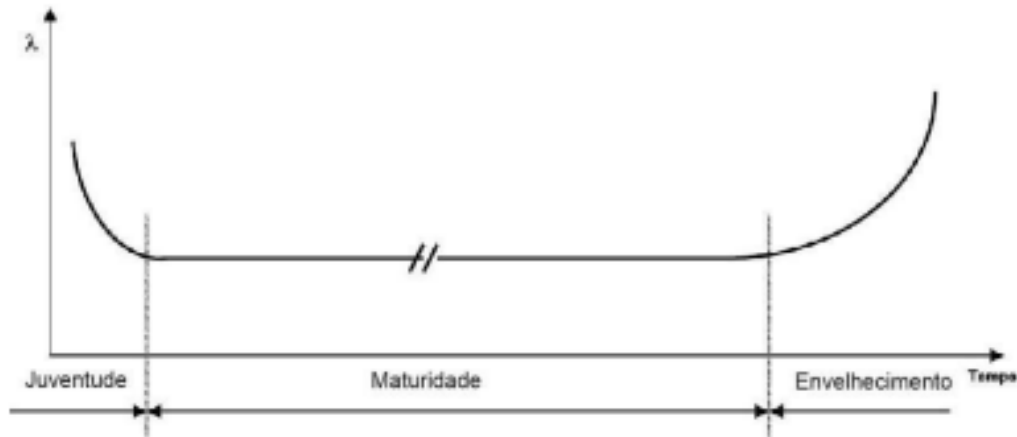


Figura 2.3 - "Curva da Banheira" (Sousa, 2011)

A curva divide-se em três secções distintas (Sousa, 2011):

- Fase inicial → a taxa de falhas é decrescente devido às falhas iniciais ou com a mortalidade infantil;
- Fase de vida útil → a taxa de falhas é constante;
- Fase final → a taxa de falhas é crescente devido às falhas de desgaste.

2.4.14 Disponibilidade

A disponibilidade, conforme a norma NP EN 13306:2007, é definida como a capacidade de um equipamento estar num estado de cumprir uma função requerida em condições determinadas, durante um determinado intervalo de tempo ou num dado instante, assumindo que o fornecimento dos meios exteriores é garantido.

Isto é, a disponibilidade de um equipamento consiste na probabilidade de este desempenhar a sua função durante um tempo requerido. (Ramalho, 2011). Em linguagem corrente, um equipamento “disponível” é um equipamento que está pronto a ser utilizado.

A disponibilidade resulta da combinação da fiabilidade com a manutibilidade, sendo o indicador mais utilizado para a medir. A disponibilidade é dada por:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (2.5)$$

Este indicador depende:

- Da rapidez de reparação – Manutibilidade;
- Do número de falhas – Fiabilidade;
- Dos procedimentos definidos pela manutenção – Manutenção;
- Da qualidade dos meios utilizados – Logística.

A manutenção tem como grande objetivo aumentar a disponibilidade dos equipamentos. Para isso se deve aumentar a fiabilidade e diminuir os tempos de reparação para atingir o objetivo. Contudo, o aumento da fiabilidade tem limitações de ordem económica e tecnológica, o que obriga a um bom planeamento entre a manutenção e a fiabilidade para que o custo da disponibilidade seja mínimo (Sousa, 2011).

2.4.15 Análise dos custos de manutenção e não-manutenção dos equipamentos

2.4.15.1 Manutenção e Qualidade

Numa produção de uma peça, a qualidade da mesma depende muito do desempenho das máquinas que a produz. Por isso é necessário analisar a manutenção e a qualidade em conjunto visto que a degradação do equipamento é um fator que influencia a qualidade do produto. Assim sendo, uma manutenção inadequada origina inspeções frequentes ao produto o que faz com que o custo do controlo de qualidade aumente. Assim sendo, tudo aponta que a manutenção tem um grau de importância nos sistemas de gestão de qualidade, tais como a norma ISO 9000 (Marcorin & Lima, 2003).

2.4.15.2 Manutenção e Produtividade

A manutenção também é importante na produtividade pois, esta pode ser afetada quando existe falta de manutenção o que faz com que haja aumento dos tempos de produção pela redução de desempenho. Isto faz com que as empresas invistam em outros fatores, tais como, ferramentas, materiais e até operadores, com o objetivo de buscar a origem da diminuição de produção, elevando assim os custos operacionais. Estas paragens na produção fazem com que as horas extras dos operacionais aumentem para cumprir com a produção podendo assim haver atrasos nos compromissos de entrega aos clientes (Marcorin & Lima, 2003).

2.4.15.3 Manutenção e Disponibilidade

Deve haver políticas de manutenção que garantam a eficiência do equipamento para que a qualidade e produtividade não sejam afetadas. A escassez dessas políticas, além de diminuir a capacidade do processo, conduz a paragens efetivas do equipamento, reduzindo a disponibilidade. Essa disponibilidade depende da confiabilidade e da manutibilidade por eles apresentadas. Mesmo que a confiabilidade e manutibilidade sejam fatores intrínsecos do equipamento e dependerem da conceção do seu projeto, estes podem ser afetados por outros fatores, tais como, a experiência e treino dos responsáveis pela manutenção do equipamento, a disponibilidade de peças de substituição, a limpeza e a condição geral do equipamento. Uma política apropriada de manutenção deve, portanto, manter a capacidade e a disponibilidade da máquina, evitando falhas e criando intervenções de manutenção rápidas e eficazes, que se traduz no aumento de confiabilidade e manutibilidade respetivamente (Marcorin & Lima, 2003)

2.4.15.4 Organização da Manutenção

A organização da Manutenção é de extrema importância, devendo seguir uma estrutura consoante os objetivos, podendo ser um departamento centralizado, descentralizado, subcontratado ou ainda podendo as tarefas de manutenção ser realizadas pelos operadores dos equipamentos.

Para perceber melhor do que se fala segue-se a sua definição:

- Manutenção Centralizada – Responsável por todas as atividades de manutenção;
- Manutenção Descentralizada – Quando os equipamentos são intermutáveis diferentes áreas da empresa;
- Manutenção Subcontratada – Requer elevado nível de especialização e o número de equipamentos é pequeno.

A organização da manutenção está dividida nos seguintes aspetos:

→Responsável Manutenção: Esta figura de topo é responsável por todas as decisões ligadas à manutenção.

→Planeamento: Planos de Manutenção.

→Preparação: Tem como objetivo a preparação de trabalho, ou seja, define as operações necessárias a executar, como também os meios materiais e tempos de execução. Prepara-se também a emissão das Ordens de trabalho (OT) e Caderno de Encargos (CE).

→Programação: Responsável pela emissão de planos de trabalho e distribuição de meios humanos para execução dos mesmos, cumprindo os prazos de entrega.

→Métodos: São a identificação de materiais e a sua gestão técnica, organização técnica dos cadernos da máquina.

→Engenharia e Manutenção: Responsável por novos Projetos, especificações técnicas, compras de materiais e serviços.

→Fiabilidade: Analisa a fiabilidade e a manutibilidade dos equipamentos, sendo também da sua responsabilidade definir soluções na vertente da melhoria contínua.

→Execução: Que é distribuída consoante as necessidades de intervenção sejam elas mecânicas, elétricas ou de instrumentação. Normalmente existe um supervisor em cada especialidade que é o responsável pelas boas práticas de trabalho, assim como pela segurança do pessoal e equipamentos e também pela emissão de relatórios dos trabalhos realizados (Piedade, 2012).

2.4.15.5 Criticidade do Equipamento

A Produção é a responsável pela emissão de pedidos de trabalho uma vez que são os “donos” da instalação/ equipamento e são os primeiros intervenientes na reparação do mesmo. Eles devem definir a prioridade dos trabalhos, contudo, a manutenção tem também o dever de reportar qualquer anomalia detetada. Para isso, quando um equipamento avaria é emitido com apoio ao sistema informático um pedido de trabalho, mais conhecido por notificação (NOT). Neste pedido deve estar descrito o tipo de avaria, identificado o equipamento, o tipo de especialidade e a prioridade do mesmo (Piedade, 2012).

2.4.15.6 Processo de Decisão da Reparação

As definições que deste processo são:

NOT – Requisita um trabalho à manutenção

OT – Descreve a anomalia, as operações a efetuar, assim recursos necessários para a reparação, esta pode ser do tipo:

→CORR – Corretivas, em caso de emergência, ou seja, para intervir de imediato, conhecida também como “Breakdown”.

→PROG – Programadas, OT’s sistemáticas com periodicidades fixas (Plano Longo Termo, Planos de Manutenção)

→PERM – Permanentes, este tipo de OT’s são anuais e normalmente utilizadas para alocação de custos

→AUX – Auxiliares, utilizada para atividades de inspeção.

→MODIF – Modificações, quando há necessidade de efetuar alterações.

→INVE – Investimento, normalmente utiliza-se em projetos.

Para além do tipo de OT, é necessário conhecer também a designação de especialidades agregadas normalmente utilizadas em software de manutenção nomeadamente:

→AJU - Mecânica

→INS – Instrumentação

→ELE – Eletricidade

→TIN – Mecânica de instrumentos

→DINA – Dinâmica

3 O PAPEL

3.1 Ciclo do Papel

Tudo se inicia na PAPERPRIME, uma empresa do grupo SOCIGENE responsável por transformar pasta de celulose em bobinas de papel, conforme ilustrado na Figura 3.1. Essas bobinas são então entregues à Trevipapel, onde passam pelo processo de transformação de matéria-prima em produto acabado. Esse processo inclui a devida embalagem para entrega ao cliente.

Importante destacar que todos os resíduos gerados durante o processo de transformação do papel, bem como os produtos defeituosos, são enfardados e devolvidos à PAPERPRIME. Estes materiais são reutilizados na produção de novas bobinas de papel, completando assim o ciclo do papel e contribuindo para a redução do impacto ambiental.

3.1.1 Diferenças das Bobines

A produção das bobinas depende das características do produto, que variam conforme a gramagem e o tipo de papel. A gramagem do papel refere-se ao peso por metro quadrado, o que influencia diretamente a produção devido à quantidade e ao tipo de fibras utilizadas.

O papel pode ter dois tipos de fibras:

- Fibras curtas que são oriundas do eucalipto;
- Fibras longas que advêm do pinheiro.

O tipo de fibras é crucial para a resistência e consistência do papel, influenciando diretamente sua qualidade visual. Papéis com menor gramagem possuem menos fibras, o que os torna mais elásticos e frágeis. Esta condição exige cuidados adicionais durante o processo de transformação.

Existe também uma distinção entre dois tipos de papel: papel RH e papel PH. O papel RH é resistente à humidade, mantém as suas fibras unidas quando entra em contato com a água, impedindo que se desfaça. Por outro lado, o papel PH desfaz-se completamente quando é molhado, é idealmente utilizado para produtos descartáveis de higiene, como o papel higiênico.

Nas bobines, as gramagens mais comuns são de 12 a 17 gramas e cada bobine pesa entre 2500 e 4500 kg.

As bobinas podem variar no número de folhas, por exemplo, normalmente uma bobina tem uma folha, mas podem ter de duas a quatro folhas, o que é menos comum mas acontece. A PAPERPRIME realiza o processo de rebobinagem apenas para bobinas com quatro folhas, quando existe a necessidade de produzir produtos com um número maior de folhas.

Além disso, há dois tipos de papel adicionais, o mais comum é a "Pasta", encontrado em todos os produtos relacionados com higiene. Por outro lado, a PAPERPRIME produz um papel chamado "Sulfito", que pode ser encontrado em cafetarias e pastelarias. Este papel tem uma aparência semelhante ao papel vegetal e um brilho diferente do papel comum.

Este tipo de papel acaba por ser mais difícil de trabalhar a altas velocidades devido às suas características distintas: uma face é lisa e brilhante, enquanto a outra é mais rugosa e opaca.



Figura 3.1 - A figura apresenta a dimensão das bobines e os tipos de papel utilizados no fabrico de produtos de higiene: a) Bobines de Matéria b) Papel "pasta" acima e Papel "sulfito" abaixo

3.2 Processo de Transformação do Papel

O processo começa quando o cliente faz um pedido de um produto que está no portfólio da Trevipapel. Cada produto tem as suas características específicas, e atendê-las é fundamental para satisfazer o cliente.

Após a realização do pedido, é emitida uma ordem de produção (Anexo B), que detalha todas as características do produto, bem como o método de embalagem utilizado.

Na ordem de produção deve constar as seguintes características:

→Gramagem do papel;

No caso dos maços:

→Número de folhas;

→Dimensões: comprimento e largura;

→Gofragem;

No caso dos rolos:

→Distância entre os picotados;

→Altura do rolo;

→Diâmetro mínimo e máximo do rolo;

→Quantidade de metros;

→Peso;

→Gofragem;

No caso dos guardanapos (cozinha):

→Tamanhos (por exemplo 30*30,40*40,33*33);

→Folhas simples ou duplas;

→Gofragem;

→Cor do papel;

→Quantidade;

→Com impressão (clichê);

→Com moldura;

No caso dos guardanapos (pastelaria):

→Tipo de papel (pasta ou sulfito);

→Número de folhas (100,90,60);

→Com impressão (clichê);

No caso das toalhas de mesa:

→ Comprimento (determina a forma de embalagem, um rolo de mesa tem um determinado comprimento em metros ou maços de toalhas de mesa um número de folhas); Após receber a ordem de produção e verificar que a bobina possui a gramagem especificada é iniciado o processo físico de transformação do papel.

Este processo inicia-se com a inserção da bobina no desenrolador (UNWINDER), que se pode ver na Figura 3.2. Esta máquina é responsável pela alimentação uniforme do papel para a linha de produção

Dependendo da linha de produção, pode ou não haver um segundo desenrolador. A presença de um segundo desenrolador é necessária quando o produto final requer duas folhas coladas para aumentar a resistência. Nas linhas de produção que possuem apenas um desenrolador, ocorre a dobra da folha devido à exigência do produto fabricado, como é o caso dos guardanapos.

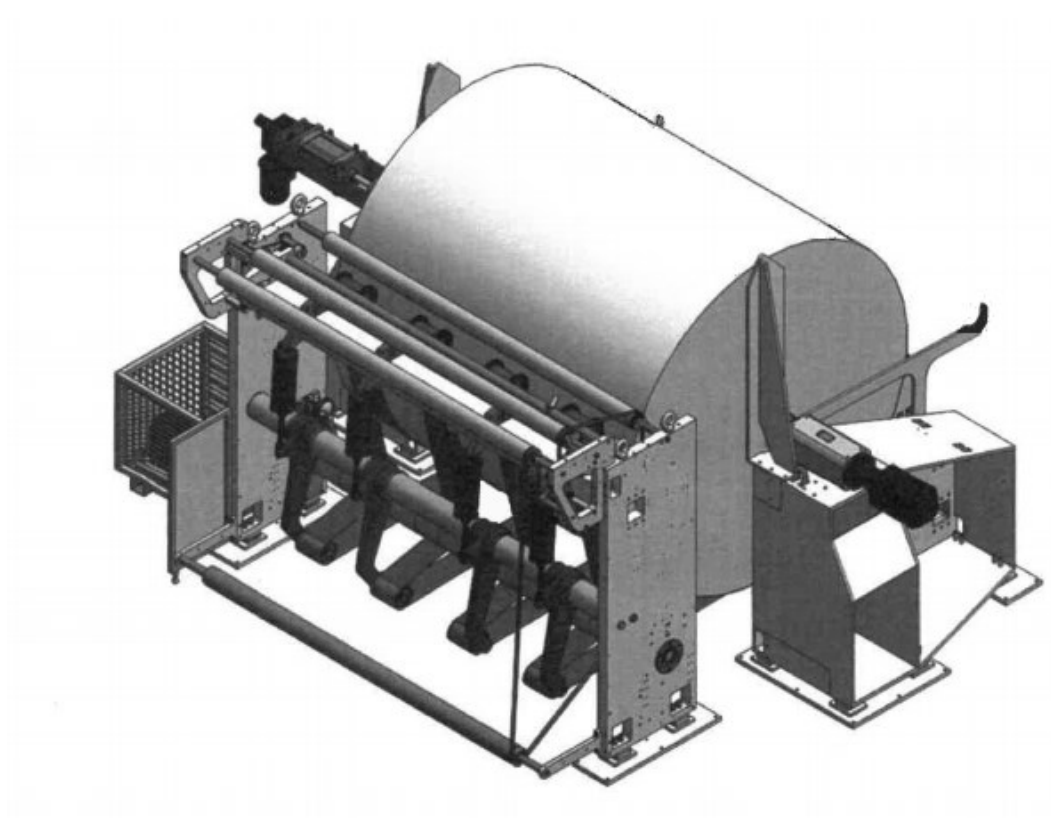


Figura 3.2 - Exemplo de um Desenrolador

Em seguida, o papel passa pela unidade de gofragem (EMBOSSING UNIT), que desempenha duas funções principais. Como o próprio nome sugere, uma delas é o processo de gofragem, enquanto a segunda função é a colagem das duas folhas, visível na Figura 3.3.

Gofragem é o processo no qual o papel é esmagado entre um rolo de metal e um rolo de borracha. Isso gera uma gravação e um relevo no papel, fazendo com que ele estique. O rolo de borracha pode ser substituído por um rolo de papel ou de metal, como se pode ver na Figura 3.4.

Cada folha passa por um gofrador, este permite variar a consistência do produto, muita gofragem faz com que o papel seja mais esticado, o que leva ao aumento do seu volume.

Existe ainda diferença na gofragem de produtos para produtos, variando o seu formato e proximidade entre os poros do gofrador.

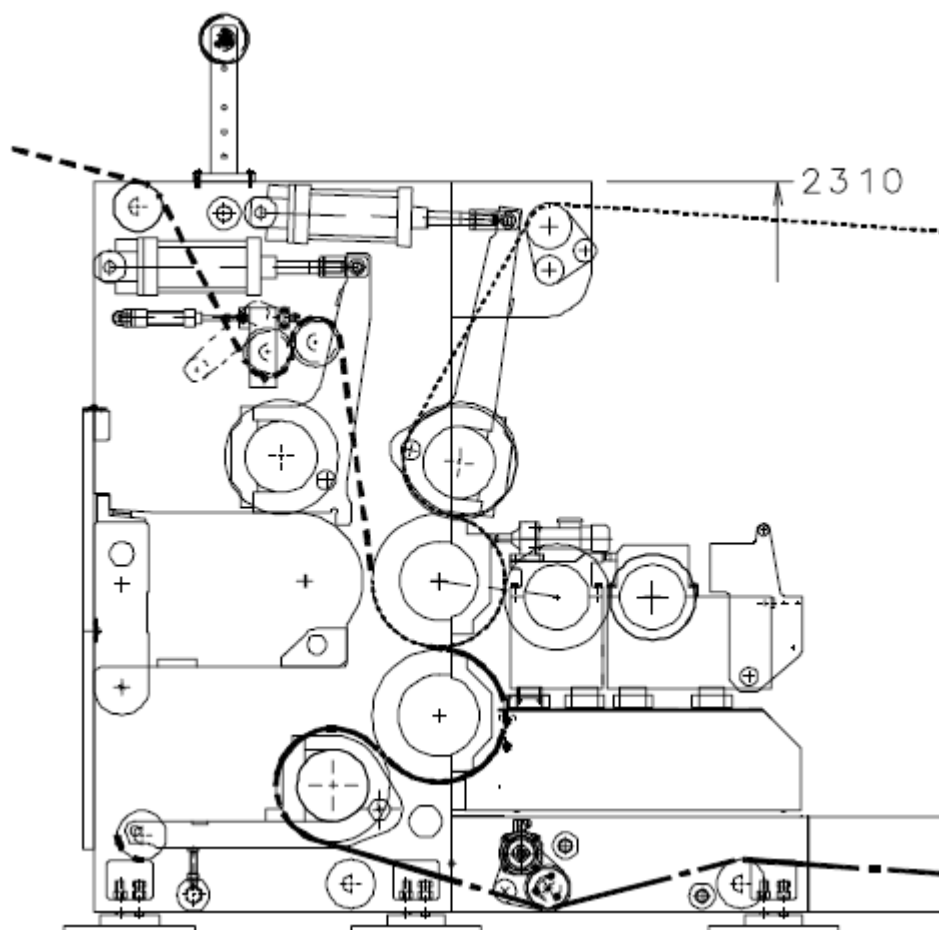


Figura 3.3 - Ilustração da passagem do papel na Unidade de Gofragem

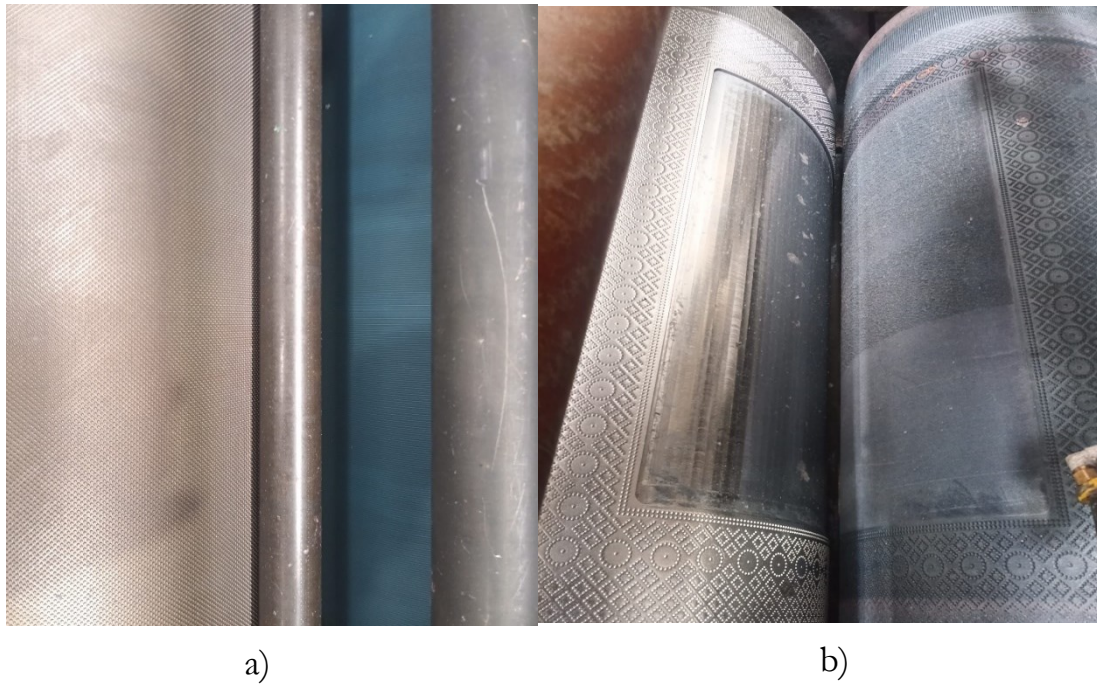


Figura 3.4 - Representação de Rolos Gofradores e suas diferenças, tipos de materiais e usos:

a)Gofrador normal b)Gofrador de Moldura

Colagem das Duas Folhas: Como o nome sugere, este processo consiste na união de duas folhas de papel através da aplicação de uma fina camada de cola. Essa união ocorre após a gofragem de ambas as folhas. A operação é realizada por um conjunto de rolos e cada um desempenha uma função específica. O rolo "anilox" é responsável por aplicar a cola no rolo "clichê", que por sua vez deposita a cola no papel já gofrado. Em seguida, as duas folhas de papel são unidas ao passar entre dois rolos de borracha, como se pode observar na Figura 3.5.

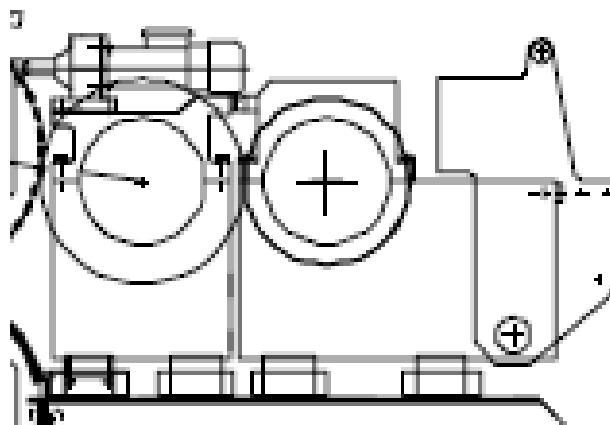


Figura 3.5 - Ilustração da bacia de cola, do Rolo Anilox situado á direita e do Rolo Clichê

Manutenção na TreviPapel

Em alguns casos, há também a passagem por um rolo de impressão (clichê), feito do mesmo material do rolo usado na colagem. No entanto, a sua única função é gravar a mensagem exigida pelo cliente no papel, visível na Figura 3.6. (ex: Obrigado pela sua visita).

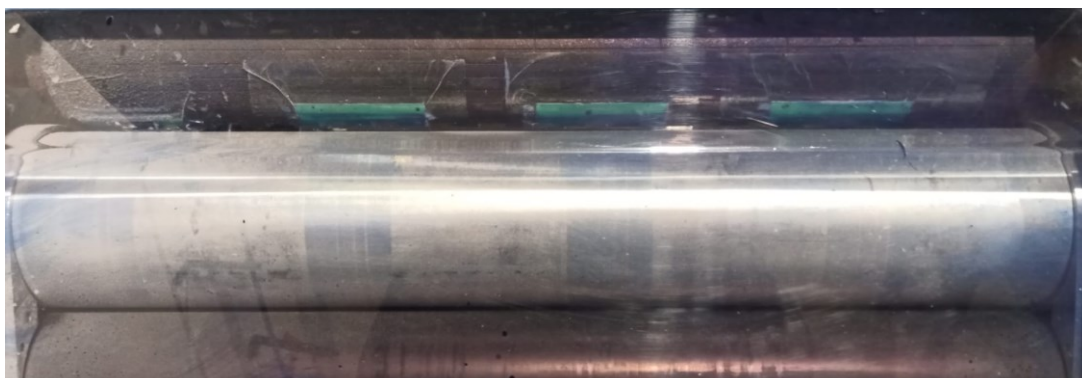


Figura 3.6 - Rolo de Impressão

Para que o papel seja produzido numa escala aceitável, passa por um sistema que o corta na medida desejada e o direciona para a cabeça da linha de produção, como se pode observar na Figura 3.7 (INTERFOLDER).

Na produção dos rolos de papel não há um interfolder, mas sim um enrolador de papel.



Figura 3.7 - Cortes do Papel e Mudanças de Direção

O papel entra na cabeça para realizar as dobras necessárias de modo a que o produto seja feito, existem dois tipos de funcionamento:

Funcionamento A: Nas máquinas mais antigas (Omet's de 2005), o processo de dobragem das folhas é realizado de forma estritamente mecânica, utilizando um conjunto de pentes, sendo um de polímero e outro metálico. A dobra da folha ocorre no momento em que o pente de polímero e o pente metálico se encontram, como ilustrado na Figura 3.8.

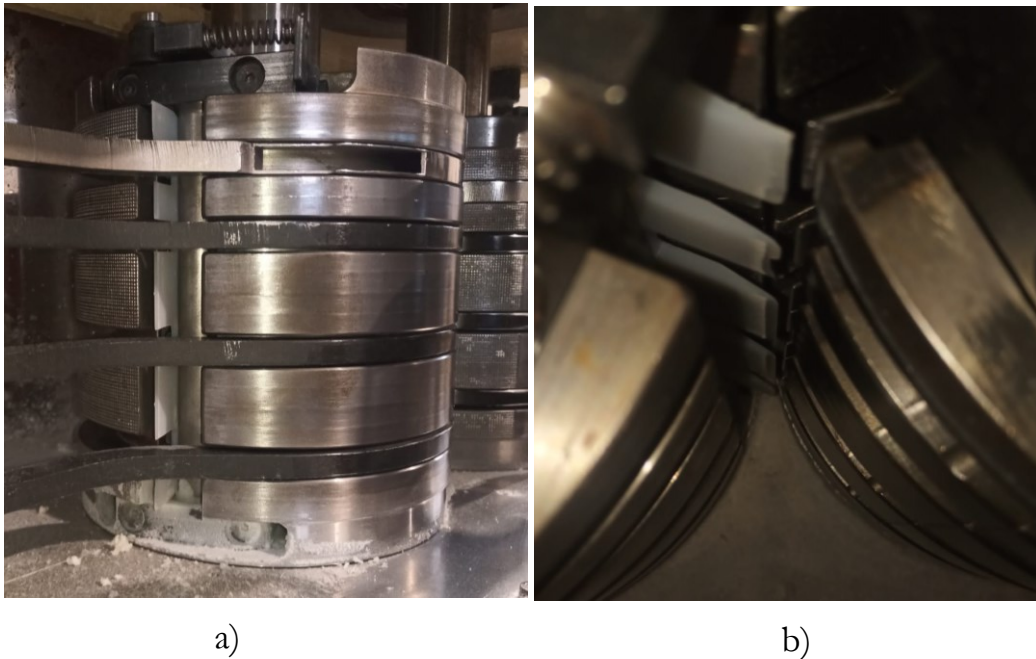


Figura 3.8 - Linha de Produção da Omet: a) Cabeça, b) Conjunto de Pentes

Funcionamento B: Nas máquinas mais recentes (Omet Asv de 2023 e MTC de 2019), o papel passa por dois rolos que operam com vácuo para segurar e manipular a folha. Conforme ilustrado na Figura 3.9, esses rolos cortam o papel na medida desejada.

Em seguida, os dispositivos conhecidos como ‘dedos’ realizam a dobra das folhas, interligando-as com a folha anterior e posterior.



Figura 3.9 - Rolo superior responsável pelo corte e Rolo inferior responsável pela dobra

A formação do maço é realizada por um mecanismo de pentes que determinam a altura do maço, como se pode observar na Figura 3.10.



Figura 3.10 - Sistema de Formação de Maço

Após a formação dos maços na cabeça, estes necessitam de ser embalados de forma a conter o seu volume e assim economizar espaço no encaixotamento. Este processo é realizado por uma embaladora que origina charutos, visível na Figura 3.11.

Nas linhas de produção dos rolos, depois destes saírem do enrolador, são chamados de log`s.



Figura 3.11 - Embaladora (ASV)

Após a formação dos charutos com 1,7 metros e dos log`s com 2,5 metros, para obter o produto com as características pedidas, estes seguem para a máquina de corte, que se pode ver na Figura 3.12. Este corte é feito através de uma cortadora de disco e realizado a uma velocidade elevada. O tipo de disco utilizado difere consoante o material a cortar, existem três tipos de disco, o de 1000 mm, o de 810 mm e o de 610 mm.



Figura 3.12 - Máquina de Corte (PCMC)

Finalizado o Ciclo do Papel com o corte, os produtos têm todas as características exigidas pelo cliente e pelo portefólio da empresa. Há produtos que ficam prontos nesta etapa e outros que necessitam de seguir para outras linhas de produção.

Estas linhas de produção podem ter as seguintes etapas:

- Embaladora nº1 (embala produto individualmente);
- Forno nº1 (ajusta a embalagem ao produto individual);
- Embaladora nº2 (embala um conjunto de produtos);
- Forno nº2 (ajusta a embalagem ao conjunto de produtos);
- Encaixotadora (dispõe os produtos em caixas);
- Paletizadora (formação de palete com produtos);
- Embaladora de palete (embala a palete e produtos como um num todo).

Cada etapa desempenha um papel crucial no processo de embalagem e paletização, garantindo que os produtos são embalados de maneira adequada e eficiente para a distribuição e transporte.

4 MANUTENÇÃO NA TREVIPAPEL

Este capítulo serve para descrever o grupo de manutenção na TreviPapel, grupo no qual estive inserido na realização do estágio. O grupo de manutenção é responsável por assegurar que todo e qualquer equipamento de produção da fábrica (Tabela 4.1) está a operar corretamente. Existem algumas exceções como o caso dos empilhadores, em que a sua manutenção fica a cargo da empresa que faculta o aluguer.

O grupo de manutenção é constituído por:

- **Técnicos de Manutenção:** são os responsáveis pela execução de todas as intervenções nas máquinas/linhas;
- **Engenheiros de Manutenção:** são responsáveis pelo agendamento das intervenções, pelo acompanhamento de maiores intervenções, pela gestão do stock de material de manutenção, pela inserção de todos os dados referentes a manutenção no software “Glose” (usado exclusivamente para a manutenção) e pela montagem de novas linhas ou de alteração das existentes.

Apesar da distinção nos cargos, esta não existe em chão de fábrica, todos cooperamos de modo a que a paragem seja o mais breve possível. Em baixo podemos observar o grupo de manutenção da TreviPapel:

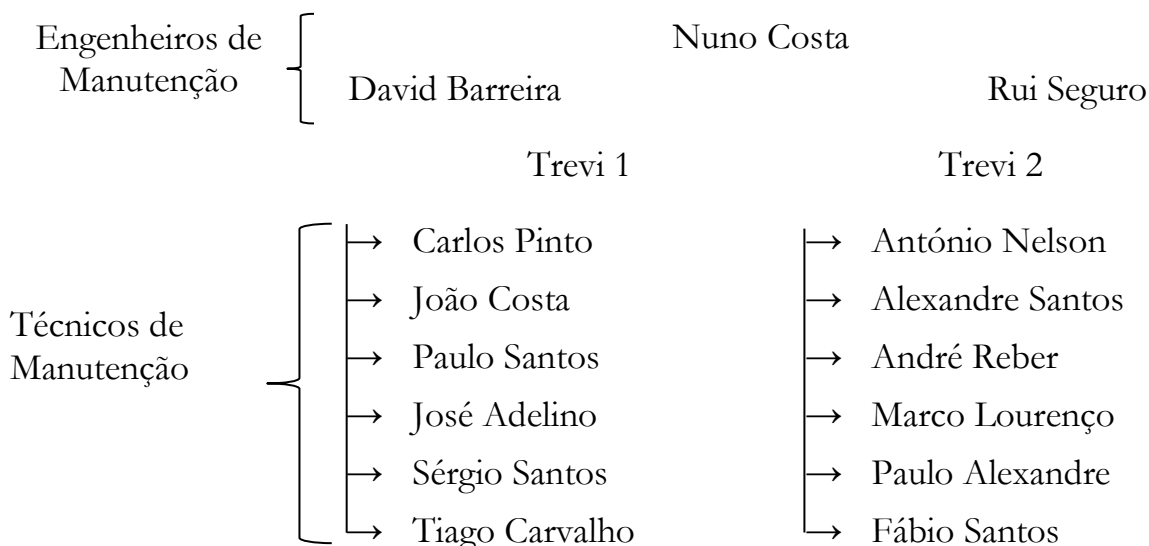
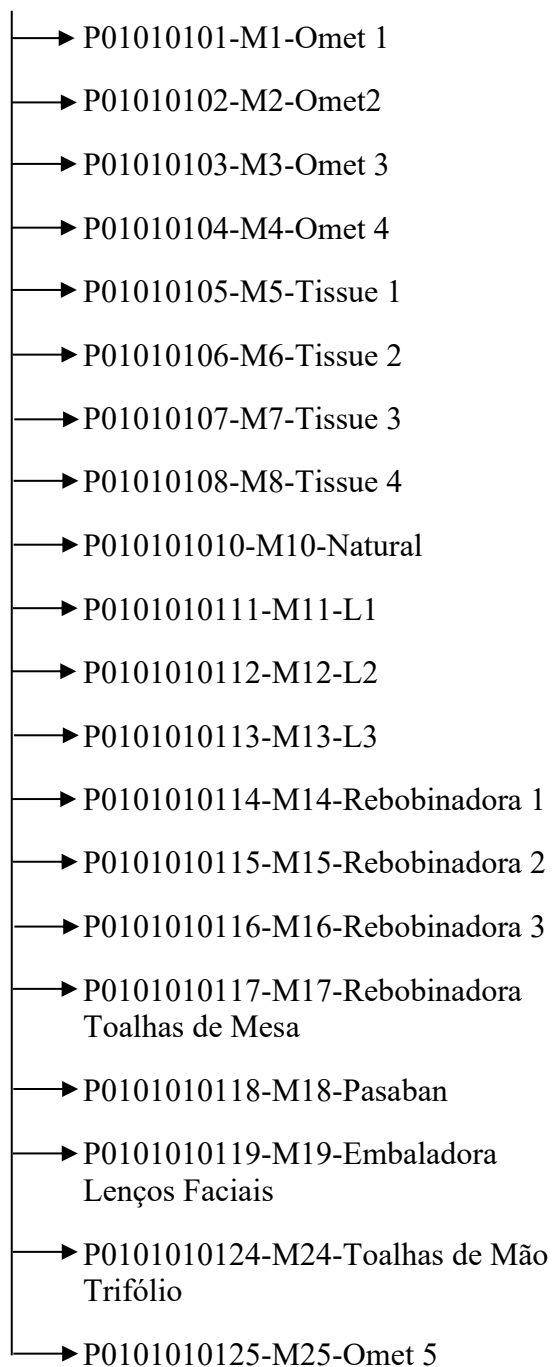
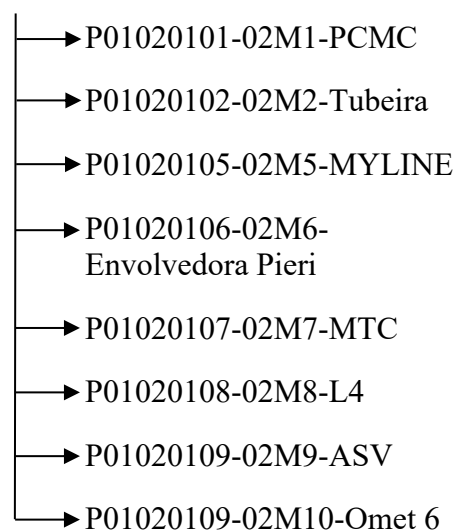


Tabela 4.1 - Árvores de Máquinas

P010101TREVIPAPEL 1



P010201TREVIPAPEL 2



4.1 Atividades Desenvolvidas no Estágio

Este subcapítulo descreve todas as tarefas realizadas no estágio, explica de forma detalhada cada uma delas e a sua importância para a empresa, produção e manutenção.

No primeiro dia de estágio, a 16/10/2023, recebi formação em segurança e saúde no trabalho, que foi crucial para garantir condições seguras e prevenir acidentes no ambiente de trabalho.

Nas primeiras semanas de estágio, acompanhei o meu supervisor, o Engenheiro Nuno, na montagem de uma nova linha de produção. Durante esse período, tive a oportunidade de interagir com os técnicos representantes da Omet. Este foi o meu primeiro contato com o mundo industrial, no setor de produção de produtos de papel e permitiu-me entender detalhadamente cada fase do processo de transformação do papel.

Após a conclusão da montagem da linha de produção, comecei o trabalho de escritório, com o Engenheiro Rui Seguro. Ele ensinou-me como trabalhar no programa de gestão de manutenção "Glose" utilizado pela empresa (Anexo A). Inicialmente, executei pequenas tarefas, como a introdução de percursos de inspeção no sistema e realizei o fecho de ordens de trabalho planeadas (Anexo D). Com o passar do tempo, familiarizei-me com o layout das máquinas e aprendi as suas localizações, e conheci todos os técnicos de manutenção. Isso permitiu-me progredir nas minhas tarefas diárias, passei a realizar o registo de ordens de trabalho (Anexo B), consultar artigos em armazém e autorizar as suas entregas.

Para me familiarizar com os componentes das linhas de produção, estive algum tempo a realizar três tarefas no armazém dos artigos da manutenção:

- Organização dos Artigos:
 - Arrumei os componentes de forma que os técnicos os localizem o mais rapidamente possível. Utilizei várias técnicas: os componentes de maior utilização (maior desgaste) coloquei nas prateleiras ao nível ocular. Por exemplo, agrupei os componentes em famílias e subfamílias, como oring's, vedantes e cilindros pneumáticos juntos. Dentro dessas categorias, diferenciei, por exemplo, as correias pelo passo, tipo de dente, tipo de correia (dupla ou simples), cor e tamanho.

- Relocalização dos Componentes:
 - Alterei a localização dos componentes no sistema para facilitar a busca, para isso, cada vez que mudava a localização física de um componente, atualizava essa informação no sistema "Glose".
- Verificação do Stock:
 - A verificação do stock é extremamente importante, pois pode haver alguma incompatibilidade com o stock do sistema. Com a minha verificação, pude confirmar se o stock estava correto ou se haveria necessidade de realizar um pedido de compra de componentes.

Na semana 48 (27/11/2023 a 01/12/2023), voltei à Trevi 2 para acompanhar o início da produção da ASV e na montagem de uma nova linha de produção, a L4. Nesta linha, tive a oportunidade de compreender certos requisitos que devem ser atingidos, como a produção estimada especificada na proposta enviada pelo fabricante. Caso os técnicos não consigam que a linha atinja esses requisitos, é necessária uma interação entre o cliente e o fabricante para que, juntos, resolvam o problema e todos os requisitos. No dia dos testes, fiquei responsável por informar o Engenheiro Nuno se a linha estava a atingir os requisitos. Esta, não só atingiu todos muito bem, como atingiu valores acima do pretendido.

Nessa mesma semana, dois técnicos italianos responsáveis por um robô industrial e outros componentes da linha PCMC (fornos, máquina de alças e embaladoras) estiveram presentes na fábrica. Acompanhei-os nos ajustes dos movimentos do robô para otimizar e reduzir seu tempo de operação. Após a otimização do robô, iniciaram-se os ajustes na primeira embaladora. Os ensaios na máquina foram muito díspares, e a inconsistência na qualidade das embalagens dos rolos fez com que essa intervenção não fosse bem-sucedida, terminando de forma inconclusiva. Por esse motivo, o engenheiro Nuno e eu tivemos de repetir esta intervenção para obter o resultado pretendido.

No dia 01/12/2023, tive a oportunidade de assistir à formação ministrada pelo técnico italiano aos operadores sobre o processo de operação da linha de produção ASV, que eu tinha ajudado a montar. Foi uma experiência bastante interessante, pois pude observar a passagem lenta do papel, todos os cuidados necessários e o modo de operação da máquina. A operação lenta permitiu-me compreender melhor todo o processo na cabeça (dobradora).

Com o início do ano, chegaram novas linhas de produção, na semana 2 (07/01/2024 a 13/01/2024) chegou a Omet6, iniciando-se assim o processo de layout da linha seguido da colocação dos componentes de maior dimensão. Na semana 4 (22/01/2024 a 26/01/2024) chegaram os técnicos Italianos para realizar a montagem completa da linha. Tive o prazer de acompanhar e auxiliar a montagem e na primeira fase de formação dos operários e técnicos de manutenção. A montagem foi concluída num período menor do que o esperado. No entanto, a fase de formação e testes da linha de produção foi adiada devido a uma das máquinas não estar em conformidade. Por esse motivo, alguns dos técnicos italianos regressaram a Itália, ficando apenas o técnico da encaixotadora PRB. Acompanhei-o no processo de correções realizadas aquela máquina, o que me proporcionou um maior conhecimento sobre seu funcionamento. Durante esse período, chegou mais uma encaixotadora PRB, e com ela técnicos italianos para a sua montagem. Com o conhecimento adquirido até aqui participei na montagem dessa máquina.

Na semana 13 (25/03/2024 a 29/03/2024), o técnico da PRB voltou à Itália sem conseguir colocar a máquina a 100%, resultando numa operação intermitente da máquina com várias interrupções. Apesar da ausência do técnico, continuei o processo de realizar testes de produção, os quais variavam conforme as ordens de produção solicitadas. Durante esse período, observei que algumas alterações mecânicas, ajustes digitais e a orientação do produto contribuíram para uma redução gradual no número de paragens da máquina. Cheguei ao ponto em que a máquina conseguiu atingir os objetivos exigidos na sua compra.

Na semana 19 (06/05/2024 a 29/05/2024), voltei à Trevi1 para auxiliar o Engenheiro Rui na preparação da auditoria, ajudei-o a colocar em dia os percursos de inspeção, as ordens de manutenção e o controle de entrada de material. Após concluir essas tarefas, aproveitei para elaborar os planos de manutenção e os indicadores necessários para a reunião trimestral.

A partir da semana 23 (03/06/2024 a 14/06/2024), até o término do estágio, fui para a Trevi 2 para transmitir todo o meu conhecimento sobre as novas linhas de produção aos técnicos de manutenção.

4.2 Indicadores de Manutenção

Neste capítulo, abordo o foco das últimas semanas do meu estágio: a realização dos indicadores de manutenção para todas as linhas de produção. Explico detalhadamente as razões pelas quais alguns indicadores são diferentes entre si.

Esses indicadores dizem respeito ao primeiro trimestre de 2024, sendo que os dados referentes ao ano de 2023 já foram tratados pelo meu supervisor de estágio, o Engenheiro Nuno Costa.

Tabela 4.2 - Dados da Omet 1 (1ºTrimestre 2024)

Nº. Ativo	Designação do Ativo	Int.	CO	PR	OU	Custo [€]	Imob [h].
M10102	Máquina (TV503) - Omet 1	14	9	0	5	754	19,2
P0101010101	Omet 1	13	7	3	3	121	13,5
M10201	Embaladora - Heino1	2	2	0	0	0	1,00
P01010101	M1 - Omet1	7	1	0	6	8,3	11,4
M10103	Grofador Suplementar - Omet 1	1	1	0	0	14,2	0,15
M10105	Unidade Ponto-a-Ponto - Omet 1	1	1	0	0	120	0,40
P0101010102	Heino1	3	0	3	0	0	0,00

A Omet 1 (Tabela 4.2) é uma máquina de guardanapos que opera vinte e quatro horas por dia, cinco dias por semana, resultando em um total de sessenta dias de operação. No primeiro trimestre, ocorreram 41 intervenções que resultaram em um tempo total de imobilização de 46 horas.

Deste modo, decidi calcular os seguintes valores de MTTR (Tempo Médio Para Reparo) e MTBF (Tempo Médio Entre Falhas), essenciais para avaliar a eficiência e confiabilidade das operações.

$$MTTR = \frac{\sum_i^n TTR_i}{n} = \frac{(46 \cdot 60)}{41} = 66.8 \text{ min/paragens} = 1 \text{ hora e } 6 \text{ min}$$

$$MTBF = \frac{\sum_1^n TBF_i}{n} = \frac{(60 \cdot 24 \cdot 60) - (46 \cdot 60)}{41} = 2040.5 \text{ min } 1 \text{ dia e } 42 \text{ min}$$

Com base nestes valores, calcula-se a Disponibilidade do Equipamento e a Taxa de Avaria:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} = \frac{2040.5}{2040.5 + 66.8} = 96.83\%$$

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{2040.5} = 4.9\%$$

Realizei este procedimento para todas as linhas de produção (Tabela 4.3) de ambas as instalações, tendo sempre em conta o número de dias que cada máquina trabalha, pois a alteração deste parâmetro tem grande impacto na disponibilidade.

Tabela 4.3 - Indicadores da Trevi 1 (1º Trimestre 2024)

Indicadores Máquinas	MTBF [min]	MTTR [min/avaria]	Disponibilidade [%]	Taxa de Avarias [%]
Omet 1	2040,5	66,8	96,83	4,90
Omet 2/3	1322,1	71,4	94,87	7,56
Omet 4	2312,7	87,3	96,36	4,32
Omet 5	2146,3	69,1	96,88	4,66
L1	6548,5	12,0	98,53	1,53
L2	5027,5	54,9	98,92	1,99
L3	6589,2	57,0	99,14	1,52
Rebobinadora 1	17278,8	12,0	99,99	0,58
Rebobinadora 2	17268,0	12,0	99,93	0,58
Rebobinadora 3	4915,2	167,1	96,71	2,03
Rebobinadora Toalhas de Mão	21591	9,0	99,96	0,46
Tissue 1	4503,2	44,2	99,03	2,22
Tissue 2	7164,8	35,3	99,51	1,40
Tissue 3	14397,5	2,5	99,98	0,69
Tissue 4	7187	13	99,82	1,39

É de grande importância destacar que a Rebobinadora 1, Rebobinadora 2 e a Rebobinadora de Toalhas de Mão são linhas que não estiveram em funcionamento contínuo durante este período de análise, por esse motivo, os valores de MTBF e disponibilidade são muito elevados.

Outro indicador que reflete a ausência de operação é a taxa de falhas, que é significativamente inferior comparada com todas as outras linhas, chegando praticamente a zero.

Tabela 4.4 - Indicadores da Trevi 2 (1º Trimestre 2024)

Indicadores Máquinas	MTBF [min]	MTTR [min/avaria]	Disponibilidade [%]	Taxa de Avarias [%]
PCMC	2297,5	42,51	98,2	4,35%
MyLine	1813,3	25,01	98,6	5,51%
MTC	3176,8	23,22	99,3	3,15%
ASV	21490,5	109,50	99,5	0,47%

Na Trevi 2 (Tabela 4.4), temos um caso único: a linha PCMC foi a única linha de produção que operou nos noventa e um dias do 1º Trimestre do ano, com um total de 56 intervenções e um tempo total de 39 horas de imobilização.

Em contrapartida, a ASV, por ser uma linha recente, ainda está no início da chamada Curva da Banheira, conforme representado na Figura 11, onde o número de paragens é excessivo devido à máquina estar no início de seu ciclo de vida.

Realizei uma comparação entre o primeiro trimestre de 2024 e o último trimestre de 2023, os valores de 2023 (Tabela 4.5) são exclusivamente referentes às linhas de produção da Omet.

Na transição para 2024, foi solicitado que os dados fossem obtidos de todas as linhas, portanto, só posso realizar a comparação com os dados em comum entre os trimestres de 2023 e 2024.

Tabela 4.5 - Indicadores da Trevi 1 (4º Trimestre 2023)

Indicadores Máquinas	MTBF [min]	MTTR [min/avaria]	Disponibilidade [%]	Taxa de Avarias [%]
Omet 1	1967,6	69,5	96,59	5,08%
Omet 2/3	2453,0	77,9	96,92	4,08%
Omet 4	2587,4	106,8	96,03	3,86%
Omet 5	2459,0	71,9	97,16	4,07%

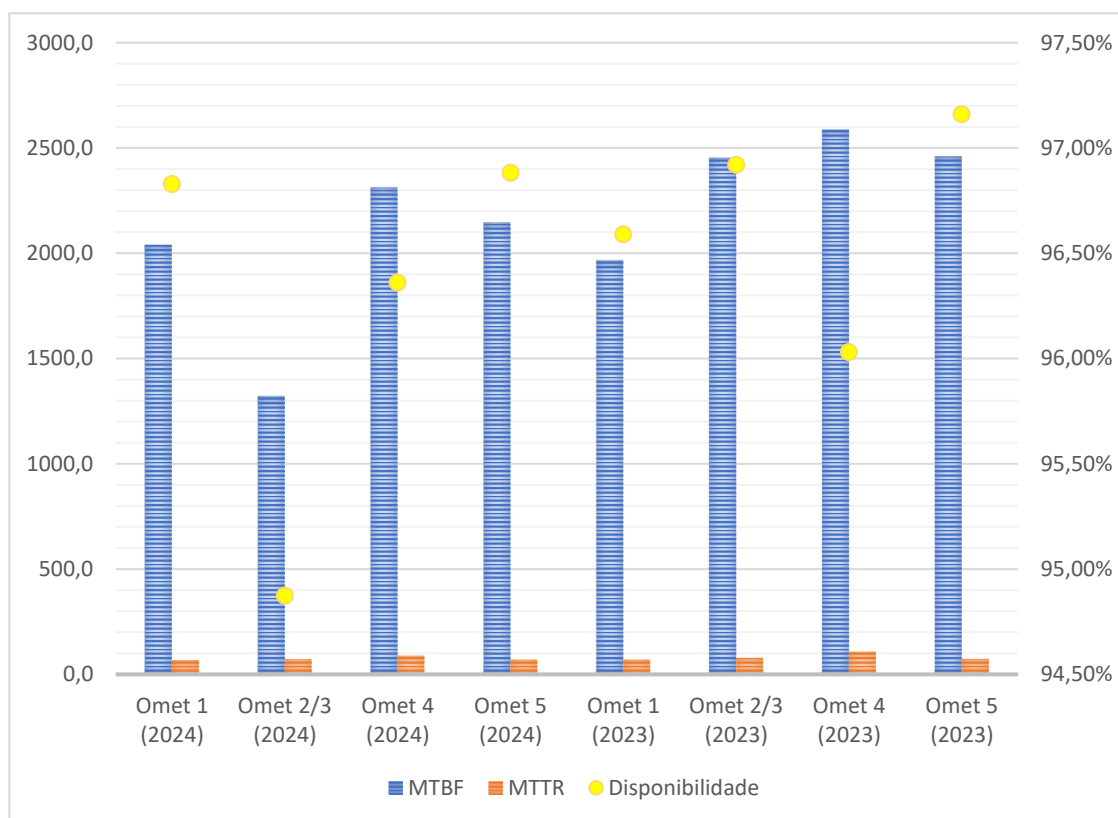


Figura 4.1 - Comparação dos Indicadores das Omet's

Podemos observar na Figura 4.1, que os valores referentes ao primeiro trimestre de 2024 são melhores em comparação com o último trimestre de 2023. A diferença na disponibilidade pode ser atribuída ao número de dias de operação de cada trimestre: em 2023, foram apenas cinquenta e oito dias de operação contínua, o que resulta em uma maior disponibilidade. No entanto, como podemos observar, os valores de MTBF e MTTR são melhores em 2024, indicando que houve menos paragens, menor tempo de reparação e maior intervalo entre falhas.

O que demonstra que o grupo de manutenção aprimorou as suas intervenções nas linhas de produção, aumentou a eficiência e confiabilidade das operações. É importante enfatizar que o grupo de produção também melhorou na gestão das ordens de produção, refletindo um avanço significativo para a empresa como um todo. Estando assim, no caminho correto para alcançar novos objetivos.

Por último, eu também realizei alguns Indicadores de Manutenção Preventiva, incluindo o KPI de Planeamento de Manutenção Preventiva, que define a percentagem de manutenções preventivas realizadas, e o KPI de Execução de Manutenção Preventiva, que relaciona o número total de intervenções com o número de manutenções preventivas.

$$KPI\%PlanManPrev = \frac{\text{Número de Ordens Planeadas Realizadas}}{\text{Número de Ordens Planeadas}} \quad (4.1)$$

$$KPI\%ExcManPrev = \frac{\text{Número de Ordens Planeadas}}{\text{Número de Ordens Realizadas}} \quad (4.2)$$

Tabela 4.6 - Indicadores de Preventivas (1º Trimestre 2024)

Indicador	Mês			
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
KPI Plan [%]	88	92	84	76
KPI Exc [%]	56	55	65	54

Após a realização desses indicadores (Tabela 4.6), é possível tirar algumas conclusões importantes sobre o número de ordens e o que seria melhor para o futuro da empresa. Observamos que a percentagem de ordens realizadas está em valores aceitáveis, mas pode ser melhorada ao executar completamente todas as ordens planeadas lançadas.

Quanto à execução das ordens planeadas, observamos que apenas cinquenta por cento das ordens realizadas são planeadas, o que indica que uma grande parte corresponde a ordens corretivas, mudanças de produção e trocas de ferramentas.

Para melhorar estes valores, é necessário implementar novos métodos. Atualmente, já se está a trabalhar na criação de ordens de trabalho planeadas e na implementação de paragens programadas para permitir intervenções. No entanto, no próximo capítulo, mencionarei outras opções que refleti para beneficiar esses indicadores.

5 PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo, apresento algumas propostas para melhorar os valores dos indicadores e garantir que estejam completamente precisos.

A primeira proposta seria melhorar a utilização do software de manutenção, distinguindo entre tarefas preventivas com base na sua complexidade ou importância. Isso significa que tarefas mais críticas, ou que envolvam mais que uma etapa, teriam um grau mais elevado de importância, traduzindo-se assim num número maior de intervenções. Além disso, a proposta inclui o aglomerar dos percursos de inspeção para as ordens planeadas, de modo que essas inspeções possam ser incluídas nas intervenções preventivas.

Para melhorar os números de intervenções, proponho algumas alterações:

- Estabelecimento de intervenções periódicas, onde a linha de produção seria interrompida por um período definido. Isso permitiria realizar atividades como limpeza e intervenções dos técnicos em manutenção preventiva.
- A criação de um mapa de produções, onde a empresa, com seu portfólio de produtos, apresenta ao cliente os períodos de entrega estabelecidos. O objetivo do mapa de produções é agrupar o maior número possível de ordens de fabricação com as mesmas características de produto, minimizando assim as mudanças constantes de produção. Isso ajudará a otimizar a linha de produção, reduzindo tempos de setup (ordem de mudança de produção) e aumentando a eficiência.
- Implementação de formação para os operadores, visando garantir que as suas intervenções nas linhas de produção sejam realizadas da forma mais correta possível. Isso inclui evitar o uso de parâmetros que possam resultar em desgaste excessivo ou na rotura de componentes.
- Implementação de uma equipe de limpeza industrial ou melhoria no sistema de extração de aparas e pó.

Com as alterações mencionadas, espera-se que os números analisados sejam reduzidos e que resulte num melhor funcionamento de ambas as fábricas e numa diminuição substancial no número de paragens.

6 CONCLUSÃO

O estágio realizado na TreviPapel foi extremamente enriquecedor, tanto em termos pessoais como profissionais. Pessoalmente, destaco o contato e as amizades que desenvolvi com a maioria dos colaboradores. Profissionalmente, destaco a aprendizagem e o conhecimento adquirido numa indústria bastante especializada e reservada.

O trabalho de pesquisa realizado, abordado no segundo capítulo e complementado com as discussões com o meu supervisor de estágio, foi fundamental para alcançar o objetivo principal: compreender a análise da manutenção numa indústria de papel e desenvolver competências na manutenção das linhas de produção de produtos higiênicos.

As atividades descritas no quarto capítulo foram essenciais para aplicar e consolidar o conhecimento adquirido ao longo da formação académica.

Durante o estágio, alguns objetivos foram alcançados através da análise dos indicadores de manutenção, incluindo a implementação de manutenção preventiva em todas as linhas de produção e a otimização de determinadas linhas. É importante destacar que esta indústria utiliza diversas tecnologias que me eram desconhecidas, como detalhado no terceiro capítulo, o processo de transformação do papel.

Com essas melhorias, foi possível otimizar o sistema de manutenção na TreviPapel, melhorar a monitorização das linhas de produção para reduzir interrupções e minimizar o número de paragens corretivas em favor das preventivas.

Em conclusão, o sistema de manutenção ainda pode ser aperfeiçoado com a implementação das melhorias e trabalhos futuros.

7 TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo, serão descritos eventuais trabalhos que podem ser realizados para melhorar o funcionamento da fábrica.

O primeiro trabalho foi um desafio proposto pelo meu supervisor, Engenheiro Nuno Costa, com o objetivo de reduzir o número de paragens em algumas linhas de produção que compartilham a mesma máquina de encaixotamento de produtos. A paragem dessa máquina resulta na paragem de toda a linha de produção. Para executar este desafio, desenvolvi um sistema pneumático que direciona os produtos para um carro de armazenamento alternativo. Isso dá tempo suficiente para que os operadores resolvam a paragem na máquina de encaixotamento, evitando assim a paragem total da linha de produção. Apesar de ter desenvolvido o sistema, não pude realizar a sua montagem nem fazer um levantamento de dados suficientes sobre as paragens para realizar um estudo que comprove melhorias na produção. Por esse motivo, seria bastante interessante realizar um estudo com o dispositivo em uso e avaliar os seus resultados para verificar se há ganho na produção fabril.

Um segundo trabalho que pode ser realizado é o aprimoramento do sistema de armazenamento de peças para manutenção, através da introdução de armazéns verticais. Isso permitiria que o técnico de manutenção tivesse acesso ao armazém, realizasse uma pesquisa pela referência necessária, e o artigo fosse retirado diretamente de uma estante móvel.

Este sistema contribuiria significativamente para reduzir o tempo necessário na procura de peças de substituição.

Um terceiro trabalho poderia ser a introdução de AGVs responsáveis pelo transporte e organização dos produtos fabricados no stock. Estes AGVs teriam um layout pré-definido do armazém, conhecendo a localização de todos os produtos, bem como todas as saídas de produtos.

Como quarto trabalho, poder-se-ia implementar alterações em determinadas máquinas para facilitar as mudanças de produção, como a instalação de servomotores para ajustes automáticos.

Como quinto trabalho, poderia ser realizado um estudo para a implementação de um sistema de aspiração, incluindo a instalação de pontos de recolha de pó para melhorar o ambiente fabril.

Para finalizar, é importante esclarecer que a empresa está em rápido crescimento e possui uma estrutura bem montada. Apesar de ainda existirem lacunas em termos de implementação da indústria 4.0, a empresa está a planear melhorias que vão de encontro com esse objetivo e ao colocar esses planos em prática, visam alcançar uma entidade fabril completa, integrando todos os conceitos da indústria 4.0.

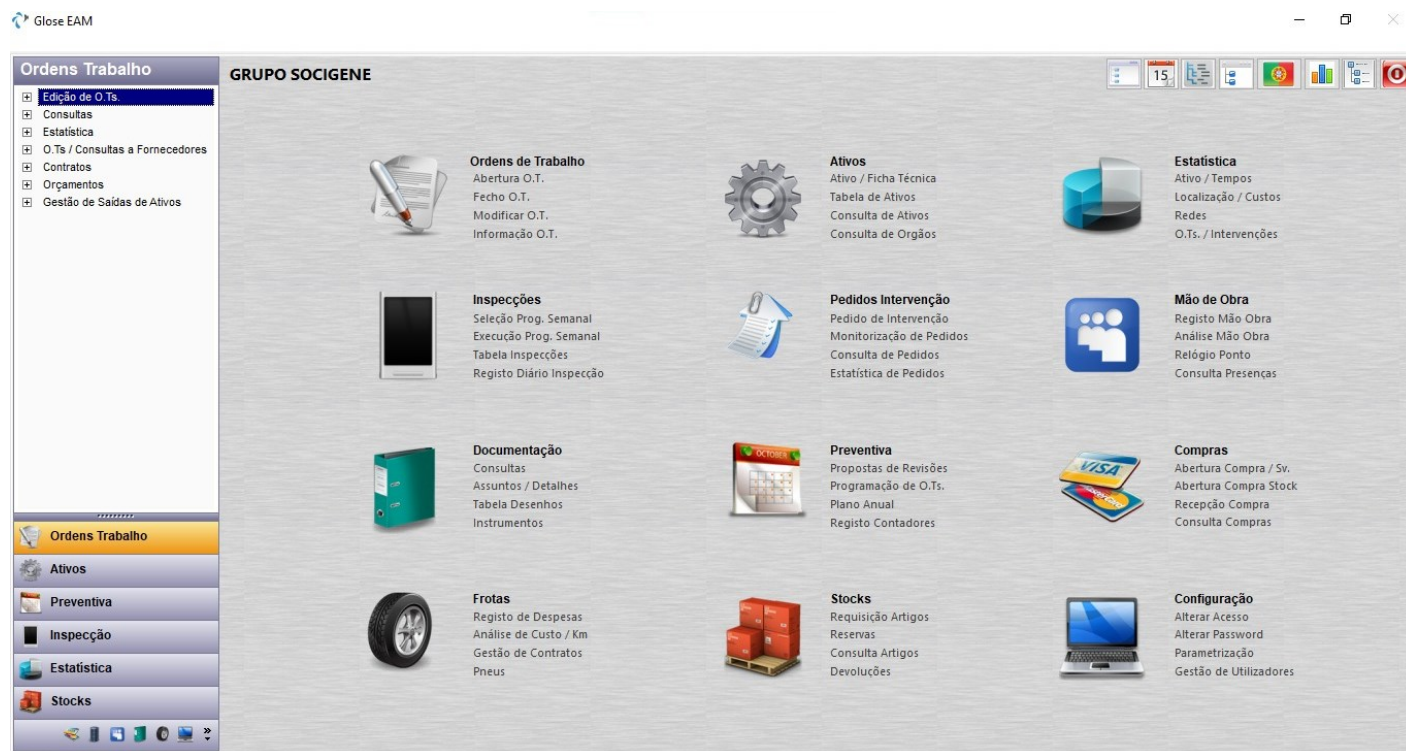
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Piedade, V. (2012). Manutenção centrada na fiabilidade: manutenção de equipamentos. Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.26/4507>,
acedido em 20/11/2023
- [2] Marinho, A. (2022). Implementação do sistema de manutenção na Tecniforja. Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.26/40916> ,
acedido em 19/11/2023
- [3] Vaz, J (2017). Otimização dos planos de manutenção preventiva de motores assíncronos trifásicos. Disponível em <http://hdl.handle.net/10400.26/17936> ,
acedido em 11/12/2023
- [4] Sousa, R. de. (2011). Organização do Sistema de Manutenção em Empresa de Lavandaria Industrial. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica da Escola de Engenharia da Universidade do Minho. Disponível em <https://repositorium.uminho.pt/bitstream/1822/21771/1/Organiza%C3%A7%C3%A3o%20do%20Sistema%20de%20Manuten%C3%A7%C3%A3o%20em%20Empresa%20de%20Lavandaria%20Industrial.pdf>
- [5] Marcorin, R. & Lima, L. (2003). Análise dos Custos de Manutenção e de Não manutenção de Equipamentos Produtivos. Revista de Ciência & Tecnologia. Disponível em [11Custodemantencao.pdf \(drb-m.org\)](#),
acedido em 30/01/2024
- [6] M Farinha, T. (2011). Manutenção - A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão (1a Edição). Monitor - Projectos e Edições, Lda. ISBN 978-972-9413-82-7
- [7] GREGÓRIO, Gabriela Fonseca Parreira; SANTOS, Danielle Freitas; PRATA, Aurélio Barros. Engenharia de manutenção. Porto Alegre: SAGAH, 2018, 32.
- [8] A história da fabricação de papel - celuloseonline.com.br
- [9] Mercado Europeu de Papel Tissue e Higiene- Tamanho, participação e análise do setor (mordorintelligence.com)

ANEXOS

Anexo A – Software “Glose”	56
Anexo B – Ordem de Produção/Fabrico	57
Anexo C – Ordem de Trabalho	58
Anexo D – Ordem de Trabalho (Troca de Ferramenta)	59
Anexo E – Ordem de Trabalho Planeada	60

Anexo A – Software “Glose”



Anexo B – Ordem de Produção/Fabrico



ORDEM DE FABRICO

OF24/001572

2024-03-21

Semana: 12

Linha de Produção: Trevipapel 2 - MTC - Tolhas de mão - MTC

Cliente:

Data Limite: 2024-03-30

Encomenda:



OF24/001572

PRODUTO / QUANTIDADES

PA1920 - TOALHA MAO 22X21 GOLD XL+ 20M 200F (4.000) ANONIMA

Quantidade Total 1440 C20

EAN 5607015003825

Folhas/Caixas

ITF 25607015003829

Produção 200.0 Folhas

Qualidade	Celulose Pura (Tissue)	Gramagem	16.0	Peso do Maço Líquido (\$ / Filme)	0.295680	min	max
Folha	Dupla	Embalagem	20	Largura	220	0.259514	0.304179
Medida Paleta	80 x 120			Altura	210	215.000	220.000
Relevo	Laminado					205.000	211.800

Programa Maq.

PERSONALIZAÇÃO

Clichê

Pantone

Rótulo

MATÉRIA-PRIMA

MS0726	BOBINE PAPEL EMBALAMENTO SIMPLES 40G 230 MM KRAFT (MTC)	125.280 KG
MP0455	BOBINE PAPEL PASTA RH DUPLA 16G 2700MM COM CERTIFICAÇÃO FSC MIX CREDIT	8,515.584 KG
MS0454	CAIXA DE CARTÃO TOALHA DE MAO GOLD L+ ANONIMA 150F MTC 565X402X240 (EXT) 558X395X226 (INT) BRANCA - LETRAS PRETAS	1,440 UN
MS0579	COLA EI 6003/2 (LAMINAÇÃO) LAMINADO PCMC/MYLINE/MTC	1.440 KG
MS0617	COLA TECHNOMELT SUPRA 176 PLUS FECHO MAÇO 1PALETE = 27SACOS DE 25KG	0.720 KG
MS0505	FILME ESTIRAVEL 500 MM X 23 MY	14.400 KG
MS0388	FILME PEBD 1700 X 40MY NEUTRO	2.880 KG
MS0507	FITA ADESIVA 990 MT X 48 MM TREVI 2	3 UN

PALETIZAÇÃO

Tipo Paleta PL01 - Paleta Standard 1200x800 (MS0256)

Qtd. p/ Paleta 36

Qtd. Total 40

OBSERVAÇÕES

Criado 1-6-2020 - código barras produto (maço): 5607015003825 | caixa: 25607015003829

Paletização: colar etiqueta descrição do produto TOALHAS DE MÃO GOLD XL+ ANONIMA + CODIGO DE BARRAS sequencial das paletes

Peso Líquido maço (papel):

Peso Bruto maço (papel+kraft):

VALIDAÇÃO

Assinatura:

Data: 2024-03-21

Anexo C – Ordem de Trabalho



Ordem de Trabalho

Nº. Fase

Data Abertura

-

Equipa

Ativo

No. Património

Tipo Trabalho

Componente / Localização

TREVIPAPEL 1 / TREVIPAPEL 1 - PRODUÇÃO

Requisitante

Localização

Atribuído a

Descrição da O.T.

Grau

Centro Custo

SLA		CONCLUSÃO		Funcionário	Data	hh:mm
Limite Início	--	Data Início	--			
Limite Conclusão	--	Data Conclusão	--			
Limite Início	--	Data Início	--			
PROGRAMAÇÃO		TEMPOS		Código / Designação Material		Qt.
Data Programação	/ / --	Intervenção	hh:mm			
Duração Prevista	/ / -- dias	Imobilização	hh:mm			
Nº Funcionários		Com Perda de produção	☐ hh:mm			
Previsão Hh's	hh:mm	Sem Perda de produção	☐ hh:mm			

Trabalho a Realizar

TAREFAS

Observações	Requisitante	Executante
-------------	--------------	------------

Glose EAM

Anexo D – Ordem de Trabalho (Troca de Ferramenta)



Ordem de Trabalho

Nº.

Fase

Data Abertura

--

Equipa

--

Ativo

Máquina de corte PCMC / My Line / MTC

Componente / Localização

TREVIPAPEL 2 / TREVIPAPEL 2 - PRODUÇÃO

Localização

Descrição da O.T.

Subst. Da Lâmina de corte

No. Património

Tipo Trabalho

Mudança de Ferramenta

Requisitante

Atribuído a

Centro Custo

SLA	CONCLUSÃO	Funcionário	Data	hh:mm
Limite Início	--	Data Início	--	
Limite Conclusão	--	Data Conclusão	--	

PROGRAMAÇÃO	TEMPOS	Código / Designação Material	Qt.
Data Programação	/ / --	Intervenção	hh:mm
Duração Prevista	-- dias	Imobilização	hh:mm
Nº Funcionários		Com Perda de produção	☐
Previsão Hh's	hh:mm	Sem Perda de produção	☐

Trabalho a Realizar

TAREFAS

- ☐ Partido
- ☐ Desgaste
- ☐ Mudança de formato
- ☐ Outro - _____

Entrou:

Lâmina de corte Diâmetro _____ mm , refª _____

Saiu:

Lâmina de corte Diâmetro _____ mm , refª _____

Número de cortes efectuados - _____

Observações	Requisitante	Executante

Anexo E – Ordem de Trabalho Planeada



Ordem de Trabalho

Nº. Fase

Data Abertura

--

Equipa

--

Ativo

No. Património

Tipo Trabalho

Componente / Localização

Requisitante

Localização

Atribuído a

Descrição da O.T.

Grau

Centro Custo

SLA	CONCLUSÃO	Funcionário	Data	hh:mm
Limite Início				
Limite Conclusão				

PROGRAMAÇÃO	TEMPOS	Código / Designação Material	Qt.
Data Programação			
Duração Prevista	dias		
Nº Funcionários			
Previsão Hh's	hh:mm		

Trabalho a Realizar

TAREFAS

OK NOK

Tarefas Planeadas

☐

Observações

Requisitante

Executante