



isec
Engenharia

MESTRADO EM ENGENHARIA
MECÂNICA

DEFINITIVO

**Preparação de Trabalhos de
Manutenção Mecânica de uma Máquina
de Papel na The Navigator Company**

Autor

Ricardo José Cordeiro Venâncio

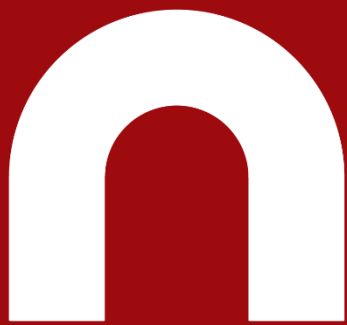
Orientador

Doutor Luis Filipe Pires Borrego

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, Outubro de 2021



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Preparação de Trabalhos de Manutenção Mecânica de uma Máquina de Papel na The Navigator Company

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

Especialização em Construção e Manutenção de Equipamentos
Mecânicos

Autor

Ricardo José Cordeiro Venâncio

Orientador

Doutor Luis Filipe Borrego

Supervisor na empresa THE NAVIGATOR COMPANY

Eng.º Francisco Pedro Gabriel Coelho

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, Outubro de 2021

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em especial, à empresa *The Navigator Company*, por ter proporcionado a realização do estágio curricular. Um agradecimento a todos os colaboradores da empresa com quem tive o privilégio de privar, e partilhar conhecimentos, especialmente, aos colegas da Engenharia de Manutenção da *The Navigator Company Figueira*.

Quero também agradecer ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, mais concretamente, ao Departamento de Engenharia Mecânica, pelos conhecimentos e vivências adquiridas nesta instituição. Um agradecimento especial ao meu orientador Professor Doutor Luis Filipe Borrego, por toda a sua disponibilidade e apoio durante a realização do estágio e elaboração do relatório.

Por fim, e não menos importante, um agradecimento aos familiares e amigos, por todo o apoio e incentivo ao longo do meu percurso académico, em especial à minha mulher, por estar sempre presente a apoiar, mesmo nos momentos mais complicados desta etapa.

RESUMO

O estágio curricular efectuado na empresa *The Navigator Company* (NVG) enquadra-se no Mestrado em Engenharia Mecânica, ministrado pelo ISEC, e teve como objectivo principal permitir um contacto com o ambiente industrial, por forma a consolidar os conhecimentos adquiridos na área científica/tecnológica em que o mestrado está inserido.

Ao longo do estágio, houve a possibilidade de realizar vários trabalhos de acordo com o plano de estágio definido inicialmente, tendo por base a preparação de trabalhos de manutenção mecânica na área da Máquina de Papel 2 (PM2), dando destaque neste relatório à grande intervenção na *SpeedSizer*, que teve como base, a desmontagem de todo o equipamento para a substituição dos pernos danificados que fixam a estrutura do equipamento à base, evitando assim o seu desalinhamento.

Sendo também destacado neste relatório, a preparação dos trabalhos da grande reparação do accionamento do 7º Grupo da secaria, que visa a uma reparação completa do accionamento, resultante de um acidente que danificou vários equipamentos.

Devido à pandemia, e às restrições impostas, nomeadamente ao distanciamento social, uma das vertentes deste estágio foi dedicada também ao estudo do modo de funcionamento da máquina de papel nº2, pelo que neste relatório esse funcionamento é detalhado em mais pormenor.

No estágio, houve também tempo para o acompanhamento de dois projectos a implementar na máquina de papel nº2, que serão explicados neste relatório.

Palavras-Chave: *The Navigator Company*; *SpeedSizer*; Papeis finos de impressão e escrita não revestidos (UWF); Máquina de Papel 2 (PM2).

ABSTRACT

The curricular internship at *The Navigator Company* (NVG) is part of the Master's Degree in Mechanical Engineering, taught at ISEC, and had as its main objective to allow contact with the industrial environment, in order to consolidate the knowledge acquired in the scientific/technological area in which the master is inserted.

During the internship, there was the possibility of carrying out various works in accordance with the internship plan defined initially, based on the preparation of mechanical maintenance work in the area of Paper Machine 2 (PM2), highlighting in this report the major intervention at *SpeedSizer*, which was based on the disassembly of all the equipment to replace the damaged bolts that fix the equipment structure to the base, thus preventing its misalignment.

Also highlighted in this report is the preparation of the major repair work on the 7th Drying Group drive, which aims at a complete repair of the drive, resulting from an accident that damaged various equipment.

Due to the pandemic, and the restrictions imposed, namely social distancing, one of the aspects of this internship was also dedicated to the study of how paper machine no. 2 works, so that this operation is detailed in more detail in this report.

During the internship, there was also time to follow up on two projects to be implemented on the No. 2 paper machine, which will be explained in this report.

Keywords: *The Navigator Company*; *SpeedSizer*; Uncoated Woodfree Paper (UWF); Paper Machine 2 (PM2).

ÍNDICE

1.	Introdução	1
1.1.	Enquadramento do Tema.....	1
1.2.	Objectivos e Metodologia	2
1.3.	Estrutura do Documento.....	2
2.	<i>The Navigator Company</i>	3
2.1.	História de <i>The Navigator Company</i>	4
2.2.	Grupo <i>The Navigator Company</i>	9
2.2.1.	Balanço da companhia no ano 2020.....	11
2.3.	Sustentabilidade ambiental.....	11
2.4.	Complexo industrial da Figueira da Foz	12
2.4.1.	Organograma do Complexo industrial da Figueira da Foz	13
3.	Máquina de Papel 2 – PM2.....	15
3.1.	Principais características da PM2.....	15
3.2.	Constituição da PM2	15
3.2.1.	Caixa de Chegada.....	17
3.2.2.	Secção de Formação	17
3.2.3.	Secção de Prensas	18
3.2.4.	Pré-Secaria.....	19
3.2.5.	Revestimento Superficial.....	22
3.2.6.	Pós-Secaria	24
3.2.7.	Calandra.....	25
3.2.8.	Enrolador	26
3.3.	Preparação de Pasta	28
3.3.1.	Desintegração de pasta (ou papel).....	29
3.3.2.	Regulação de Consistência	29
3.3.3.	Mistura de Pastas.....	30
3.3.4.	Espessamento de Pasta ou Quebras.....	30
3.3.5.	Recuperação de Sólidos	31
3.3.6.	Depuração	31
3.3.7.	Desarejamento.....	32
3.3.8.	Crivagem.....	32
3.3.9.	Refinação.....	33
4.	Preparação Mecânica na PM2	37

4.1.	Grande reparação do accionamento do 7º Grupo da secaria.....	39
4.2.	Grande reparação da Ponte rolante da Zona Seca da PM2	49
4.3.	Pinturas no chão do piso da máquina de papel.....	52
4.4.	Grande reparação e revisão da SpeedSizer da PM2	56
4.5.	Ensaio não destrutivo ao veio agitador dos tanques de PCC	65
5.	Acompanhamento de Projectos da <i>The Navigator Company</i>	68
5.1.	Melhoria das condições térmicas das naves da PM1 e PM2	68
5.1.1.	Aerotermo para funcionamento em arrefecimento.....	69
5.1.2.	Chiller para arrefecimento Ar-Água.....	70
5.1.3.	Depósito de inércia para água refrigerada	71
5.1.4.	Tubagem e acessórios	72
5.1.5.	Aparelhos de medida	73
5.1.6.	Isolamento Térmico.....	73
5.1.7.	Rede de Condensados	74
5.2.	Melhoria da drenagem de condensados dos tanques S5 e S6	75
6.	Conclusão	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Logotipo da empresa <i>The Navigator Company</i> (Logotipos, 2017).....	3
Figura 2 - Exemplo de Pasta Branqueada de eucalipto (História, The Navigator Company, 2017).	4
Figura 3 - Máquina de papel PM1 da Inapa (História, The Navigator Company, 2017).	4
Figura 4 - Máquina de papel PM2 da Inapa (História, The Navigator Company, 2017).	5
Figura 5 - Máquina de papel PM3 da Papeis Inapa S.A. (História, The Navigator Company 2017).	5
Figura 6 - Máquina de papel PM1 da Soporcel (História, The Navigator Company, 2017).	6
Figura 7 - Emissário Submarino da Figueira da Foz (História, The Navigator Company, 2017).	6
Figura 8- Máquina de papel PM2 da Soporcel (História, The Navigator Company, 2017).	7
Figura 9 - Nova Fábrica de Papel da <i>The Navigator Company</i> em Setúbal (História, The Navigator Company, 2017).	7
Figura 10 - Nova linha de Evaporação na Figueira da Foz (História, The Navigator Company, 2017).	8
Figura 11 - Central Fotovoltaica da Figueira da Foz (The Navigator Company, 2021).	9
Figura 12 - Complexo industrial da Figueira da Foz (<i>Complexo Figueira da Foz, The Navigator Company, 2017</i>).....	12
Figura 13 - Organograma Principal do complexo industrial da Figueira da Foz	13
Figura 14 - Organograma da Direcção da Manutenção da Figueira da Foz	14
Figura 15 - Layout PM2, comparada com Airbus A330 (PM2, <i>The Navigator Company, 2018</i>)	15
Figura 16 - Processo de Fabrico do Papel (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>)	16
Figura 17 - Teor de secura do papel nas diferentes fases (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>)	16
Figura 18 - Exemplo de caixa de chegada (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>)	17
Figura 19 - Exemplo de secção de formação (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>).....	17
Figura 20 - Exemplo de secção de Prensas com 2 Nips (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>)	18
Figura 21 - Pormenor do NIP da prensa (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>)	19
Figura 22 - Exemplo de uma Pré-Secaria (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>)	20
Figura 23 – Exemplo de juntas rotativas (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>)	21
Figura 24 - Exemplo se Sifão estacionário (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>)	21
Figura 25 - Exemplo de uma capota de Pré-secaria.	22
Figura 26 - Exemplo da Speedsizer da PM2 (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>).....	23
Figura 27 – Revestimento dos rolos aplicadores.	23
Figura 28 - Sistema de arrefecimento do rolo aplicador (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company, 2019</i>)	24

Figura 29 – Exemplo da Pós-secaria.	25
Figura 30 - Exemplo de Calandra "Soft Nip" (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019).....	26
Figura 31 - Enrolador da PM2.	27
Figura 32 - Transição de Jumbo para veio carretel (Trend setting winding technology - Sirius™, VOITH, 2012)	27
Figura 33 - Lay-out de Preparação de Pasta (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019).....	28
Figura 34 - Desintegrador de Pasta (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019).....	29
Figura 35 - Mistura de Pastas (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019).....	30
Figura 36 - Espessador de quebras (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019).....	30
Figura 37 - Recuperador de Fibras de Discos (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019).....	31
Figura 38 - Depurador de Pasta (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019).....	31
Figura 39 – Desarejador (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019).....	32
Figura 40 - Funcionamento da Crivagem (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019)	32
Figura 41 - Refinador de discos (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019)	33
Figura 42 - Refinador cónico (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019).....	34
Figura 43 - Geometria das barras de refinação (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019).....	35
Figura 44 - Influência da geometria das barras na refinação (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019)	35
Figura 45 - 7º Grupo Secador da PM2 (Desenho nº1.25-7040, <i>The Navigator Company</i> , 1999).....	41
Figura 46 - Pormenor do accionamento do 7º Grupo da PM2 (Desenho nº1.25-7040, <i>The Navigator Company</i> , 1999)	41
Figura 47 - Remoção da Tela do 7º Grupo.	42
Figura 48 - Remoção dos componentes inerentes à caixa redutora.	43
Figura 49 - Remoção da roda dentada do cilindro nº 33.	44
Figura 50 - Parte superior da caixa redutora.	44
Figura 51 - Interior da caixa redutora.	45
Figura 52 - Montagem roda dentada no cilindro secador.	46
Figura 53 - Montagem da caixa redutora.	46
Figura 54 - Montagem dos componentes do grupo secador.....	47
Figura 55 - 7º Grupo totalmente montado.....	47
Figura 56 - Ponte Rolante da Zona Seca da PM2.	49
Figura 57 - Remoção do carro da ponte rolante da zona seca.....	50
Figura 58 - Remoção das rodas do carro da ponte rolante.....	51
Figura 59 - Caixa dos rolamentos com desgaste.....	51
Figura 60 - Zona Húmida antes da pintura do piso.....	53
Figura 61 - Zona Húmida depois da pintura do piso.....	53
Figura 62 - Zona do Enrolador antes da pintura do piso.....	54
Figura 63 - Zona do Enrolador depois da pintura do piso.....	54
Figura 64 - Zona da Calandra antes da pintura do piso.....	55
Figura 65 - Zona da Calandra depois da pintura do piso.....	55
Figura 66 - Estado dos parafusos da Speedsizer.	56
Figura 67 - Parafuso da Speedsizer solto.	56
Figura 68 - Pormenor de fixação do carril (Desenho VOITH, 1999)	57

Figura 69 - Pormenor da placa de fixação da Speedsizer (Desenho nº 1239_002012_MTC_001, VOITH, 2019).....	58
Figura 70 - Placa de fixação da estrutura da Speedsizer.....	58
Figura 71 - Desmontagem da Speedsizer.....	59
Figura 72 - Remoção dos aplicadores de amido.....	60
Figura 73 - Remoção da estrutura da Speedsizer.....	60
Figura 74 - Estado dos carris da máquina na Speedsizer.....	61
Figura 75 - Reparação dos pernos chumbados.....	61
Figura 76 - Carris e pernos reparados.....	62
Figura 77 - Porca modificada.....	62
Figura 78 - Montagem da estrutura da Speedsizer.....	63
Figura 79 - Substituição de chapas com corrosão.....	63
Figura 80 - Fabrico do suporte do rolo.....	64
Figura 81 - Tanques de PCC.....	65
Figura 82 - Montagem de andaime no tanque PCC.....	66
Figura 83 - Instruções aplicação líquidos penetrantes (END, 2021).....	67
Figura 84 - Esquema de princípio hidráulico.....	74
Figura 85 - Esquema actual da linha de condensados.....	75
Figura 86 - Situação Pretendida VS Situação Actual.....	75
Figura 87 - Esquema pretendido para linha de condensados.....	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Produção e vendas de pasta e papel (Relatório e Contas, The Navigator Company, 2020)	10
Tabela 2 - Diferenças da Pasta refinada de eucalipto e pinho (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019)	33
Tabela 3 - Configuração dos refinadores (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019)	34
Tabela 4 - Efeitos das condições processuais na refinação (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019)	36
Tabela 5 - Intensidade específica de aresta de várias Fibras (Trainees PAPEL, <i>The Navigator Company</i> , 2019)	36
Tabela 6 - Características técnicas dos Aerotermos.	70
Tabela 7 - Características técnicas do Chiller.	71
Tabela 8 - Espessuras de isolamento (Decreto-Lei nº79/2006 – Anexo III)	74
Tabela 9 - Condições de serviço do Tanque S6.	77
Tabela 10 - Condições de serviço do Tanque S5.	77
Tabela 11 - Condições de serviço do Tanque S2.	77
Tabela 12 - Levantamento Materiais necessários para tubagem.	78

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

CO₂	Dióxido de Carbono
P&J	Duresa Pusey & Jones
PN	Pressão nominal
DN	Diâmetro nominal
DIN	Deutsches Institut für Normung (Instituto Alemão para Normalização)
NIP	Pressão exercida por dois rolos a toda a largura da folha de papel
BEKP	Pasta branqueada de eucalipto
UWF	Papéis finos de impressão e escrita não revestidos
EER	Energy Efficiency Ratio
SEER	Seasonal Energy Efficiency Ratio
NVG	<i>The Navigator Company</i>
PM1	Máquina de Papel nº1
PM2	Máquina de Papel nº2
FPAT	Ficha de preparação e avaliação de trabalhos
PCC	Carbonato de Cálcio precipitado (CaCO ₃)
AISI 316L	Aço Inoxidável austenítico, norma EN 1.4404 (X2CrNiMo17-12-2)
I&D	Investigação e Desenvolvimento
FSC	Forest Stewardship Council
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes
TS	Tender Side (lado de operação da máquina)
DS	Drive Side (lado do accionamento da máquina)
HR	Percentagem de humidade relativa
Speedsizer	Zona da máquina de papel onde é adicionado banho de amido
Tissue	Gama de papéis para uso doméstico
Runnability	Disponibilidade da máquina em operação durante o ano

1. Introdução

1.1. Enquadramento do Tema

A realização deste estágio decorreu na empresa *The Navigator Company* (NVG), no complexo industrial da Figueira da Foz. A NVG é uma das empresas líderes a nível mundial no mercado de pasta de papel e papel. Para além disso, o grupo tem apostado fortemente na produção de energia proveniente de fontes renováveis, reduzindo assim as emissões de CO₂ durante o seu processo produtivo. Durante o ano de 2020, no complexo industrial da Figueira da Foz, foi posta em funcionamento uma nova caldeira de biomassa, que irá permitir reduzir as emissões de CO₂ do grupo em 32%, já no ano de 2021. No primeiro trimestre do ano de 2021, também na Figueira da Foz, foi inaugurada uma nova central solar fotovoltaica, em regime de autoconsumo, com uma capacidade instalada de aproximadamente 2,6 MW, e composta por 7.700 painéis solares aplicados na cobertura da área fabril do papel, ocupando uma superfície de aproximadamente de 13.500 m².

A atestar a qualidade dos produtos desenvolvidos pela *The Navigator Company* está a marca de papéis de escritório “*Navigator*”, que é líder mundial no seu segmento de papel. A excelente qualidade deste produto só é possível devido ao contributo dos mais de três mil funcionários da empresa.

Qualquer indústria, para ser competitiva a nível mundial, tem de estar sempre em melhoria contínua em relação aos seus equipamentos, bem como os seus processos, por forma a conseguir um produto final com a melhor relação qualidade/preço. Por isso, a manutenção dos equipamentos tem um papel fundamental pela busca dessa melhoria, pois uma manutenção o mais otimizada possível, permite uma maior disponibilidade dos equipamentos, aumentando assim a sua “*Runnability*”. O papel fundamental da Engenharia de Manutenção da companhia é assegurar a maior disponibilidade possível dos equipamentos, garantindo o cumprimento das manutenções preventivas necessárias, e uma preparação de trabalhos de manutenção de tal forma otimizada, para que estes sejam realizados dentro dos tempos de paragens orçamentadas/programadas, reduzindo assim, ao máximo, as paragens não planeadas.

1.2. Objectivos e Metodologia

Um dos objectivos principais para a realização deste estágio foi permitir o contacto com uma realidade diferente do ambiente académico, e colocar os conhecimentos adquiridos em prática num ambiente industrial. Durante a realização do estágio curricular teve-se como objectivos principais o estudo do funcionamento da Máquina de Papel nº 2 (PM2) do complexo industrial da Figueira da Foz, as suas características principais, e o entendimento dos seus diversos grupos constituintes. Teve também como objectivo, o entendimento da estrutura da manutenção da companhia, nomeadamente na preparação de trabalhos de natureza mecânica da PM2, e a sua envolvimento com a manutenção local, garantindo assim o cumprimento dos trabalhos necessários para garantir a disponibilidade dos equipamentos. Trabalhos esses, que serão referenciados e abordados ao longo deste relatório de estágio.

1.3. Estrutura do Documento

A estrutura do relatório de estágio está assente em seis capítulos principais, para além de um resumo, abstract, referências bibliográficas e anexos.

O primeiro capítulo corresponde à introdução, onde é feito um enquadramento do estágio e indicados os principais objectivos realizados ao longo do estágio.

O segundo capítulo diz respeito à apresentação da empresa *The Navigator Company*. É feito um enquadramento das actividades da empresa, o seu volume de negócios, e os seus principais mercados. Será feita uma descrição geral do complexo industrial da Figueira da Foz, e apresentado o organograma da empresa *The Navigator Paper Figueira*.

No terceiro capítulo serão descritas as principais características da máquina de papel 2 (PM 2), bem como o modo de funcionamento das diferentes secções da máquina, e do processo.

O quarto capítulo assenta em reportar e explicar metodicamente alguns dos trabalhos de preparação mecânica realizados durante o estágio.

O quinto capítulo corresponde ao acompanhamento de dois projectos de manutenção, desenvolvidos durante o estágio. O primeiro projecto é sobre os trabalhos de melhoria das condições térmicas das naves da PM1 e PM2, e o segundo projecto diz respeito à melhoria da drenagem de condensados dos tanques S5 e S6, para o tanque S2.

No sexto capítulo são exibidas as conclusões dos temas abordados durante a realização do estágio.

2. The Navigator Company

A *The Navigator Company* é um produtor integrado de floresta, pasta branqueada de eucalipto (BEKP, *Bleached Eucalyptus Kraft Pulp*), papel fino não revestido (UWF, *Uncoated Woodfree Paper*), tissue (papel de uso doméstico) e energia, cuja actividade está alicerçada em fábricas modernas de grande escala, com tecnologia de ponta e que constituem uma referência de qualidade no sector.

A produção de pasta e papel por parte da *The Navigator Company* é feita através da utilização de florestas que são plantadas exclusivamente para esse efeito. Os seus viveiros, os maiores da Europa, produzem 135 espécies diferentes de árvores e arbustos, com o objectivo de manter a diversidade e de garantir a continuidade das espécies.

Dispõe de uma capacidade instalada de 1,6 milhões de toneladas de papel, de 1,6 milhões de toneladas de pasta (80% integradas em papel) e 130 mil toneladas de tissue produto acabado. A companhia é responsável, numa base anual, por entre 4 e 5% da produção de energia eléctrica em Portugal. Em 2020, 60% da energia produzida pela Navigator nos seus quatro complexos industriais teve origem na biomassa, dando-lhe o papel de liderança no sector.

A companhia representa aproximadamente 1% do PIB nacional, 2,4% das exportações de bens nacionais, e é o maior exportador de carga contentorizada em Portugal, gerando cerca de 3200 postos de trabalho directos, e mais de 31 mil postos de trabalho directos, indirectos e induzidos.

O grupo tem como **Missão**, ser uma empresa global, reconhecida por transformar, de forma inovadora e sustentável, a floresta em produtos e serviços que contribuam para o bem-estar das pessoas. A sua **Visão** é estender a outros negócios a liderança conquistada no papel de impressão e escrita, e assim afirmar Portugal no mundo. Os seus **Valores** focam-se na Confiança, Integridade, Empreendedorismo, Inovação, Sustentabilidade e a Excelência.



Figura 1 - Logotipo da empresa *The Navigator Company* (Logotipos, 2017)

2.1. História de *The Navigator Company*

No texto seguinte é apresentada a cronologia das actividades principais da empresa desde a sua fundação até à actualidade (História, The Navigator Company, 2017):

A empresa iniciou a sua actividade em 1953 com a fábrica em Cacia, uma freguesia do concelho de Aveiro, para a produção de pasta crua de pinho, sendo o projecto liderado por Manuel Santos Mendonça.

Em 1957, torna-se pioneira ao produzir pasta branqueada de eucalipto.

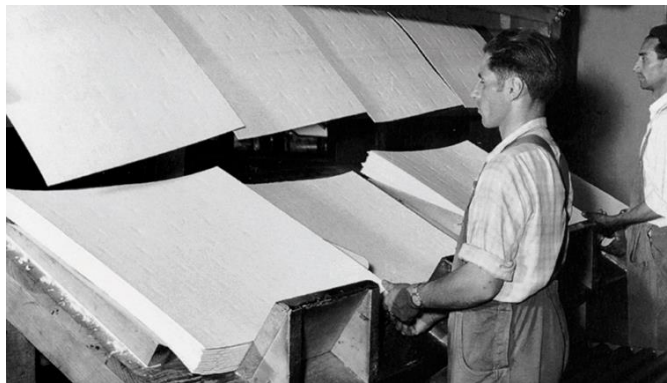


Figura 2 - Exemplo de Pasta Branqueada de eucalipto (História, The Navigator Company, 2017).

À fábrica de Cacia, junta-se a Socel – Sociedade Industrial de Celulose, SARL, com uma nova unidade industrial em Setúbal no ano de 1964, tendo esta fábrica sido criada para a produção de pasta branqueada de eucalipto.

No ano de 1965 foi constituída a Inapa, Indústria Nacional de Papéis, S.A., que visava a construção de uma fábrica de produção de papéis finos de impressão e escrita em Setúbal contígua à Socel.

Quatro anos mais tarde, em 1969, iniciou-se a produção de papel na PM1 (Paper Machine nº 1) na fábrica da Inapa, vindo a pasta para a produção de papel da fábrica da Socel.

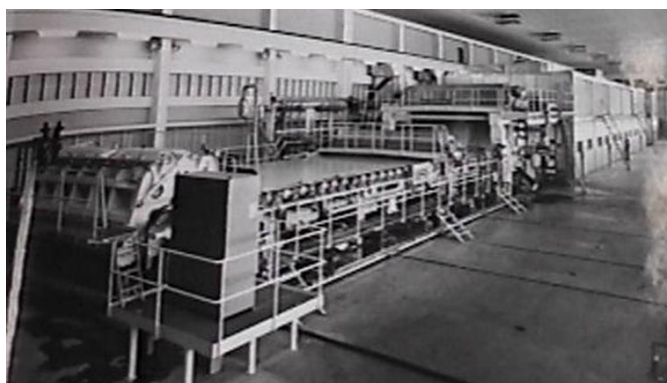


Figura 3 - Máquina de papel PM1 da Inapa (História, The Navigator Company, 2017).

Em 1972, na fábrica da Inapa teve início a comercialização do papel produzido a partir de pasta de *Eucalyptus globulus* (eucalipto-comum) para a Europa.

Entretanto, no ano de 1976, constituiu-se a Portucel, Empresa de Celulose e Papel de Portugal EP, resultante do processo de nacionalização da indústria de celulose.

Com o negócio da celulose em forte expansão, em 1980, teve início a produção de gamas mais variadas de papéis com a entrada em funcionamento da PM2 da Inapa (ano em que passou a estar cotada em bolsa).



Figura 4 - Máquina de papel PM2 da Inapa (História, The Navigator Company, 2017).

Na Figueira da Foz, em 1984, arrancou a fábrica da Soporcel – Sociedade Portuguesa de Papel, SA, com a produção de pasta de eucalipto. A localização da fábrica na Figueira da Foz foi uma alternativa encontrada para aplicar a maquinaria adquirida que seria implantada em Angola (Celangol), caso não tivesse surgido a revolução de Abril de 1974.

Em 1987, ocorreu a reestruturação do grupo Inapa, com a constituição da Papéis Inapa, S.A..

Na Papéis Inapa, S.A., em 1990, entra em funcionamento a PM3, colocando assim a empresa como uma das maiores da Península Ibérica.



Figura 5 - Máquina de papel PM3 da Papeis Inapa S.A. (História, The Navigator Company 2017).

Em 1991, arranca a primeira máquina de papel da Soporcel, a PM1.



Figura 6 - Máquina de papel PM1 da Soporcel (História, The Navigator Company, 2017).

No ano de 1993, a Portucel passa a Sociedade Anónima com a constituição da Portucel – Empresa de Celulose e Papel de Portugal SGPS, SA, e no mesmo ano é constituída a Portucel Industrial – Empresa Produtora de Celulose, SA, que é dedicada à produção e comercialização de pasta branqueada de eucalipto com as unidades fabris de Cacia e Setúbal.

Em 1995, teve início a primeira fase de privatização de 44,3% do capital da Portucel Industrial.

Em 1995, foi utilizado pela primeira vez a fibra de eucalipto com carbonato de cálcio precipitado (PCC) na fábrica da Soporcel na Figueira da Foz. A adição deste aditivo permite que o papel tenha uma maior brancura, opacidade e homogeneidade.

No mesmo ano entra em funcionamento o emissário submarino (canal e descarga de efluentes para o mar), num projecto realizado em parceria com a Celbi.



Figura 7 - Emissário Submarino da Figueira da Foz (História, The Navigator Company, 2017).

Em 1996, a Portucel e Soporcel decidem formalmente a constituição do RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e Papel.

Em 2000, é adquirido 100% do capital da Papéis Inapa, S.A., pela Portucel Industrial, originando a Portucel – Empresa Produtora de Pasta e Papel, S.A..

Nesse mesmo ano, entra em funcionamento a PM2 da Soporcel, sendo na altura uma das mais avançadas em termos de tecnologia no sector do papel.



Figura 8- Máquina de papel PM2 da Soporcel (História, The Navigator Company, 2017).

No ano seguinte, em 2001, a Portucel – Empresa Produtora de Pasta e Papel, S.A., adquire a totalidade do capital da Soporcel – Sociedade Portuguesa de Papel, S.A., dando origem ao actual *The Navigator Company*, o maior produtor de papéis finos não revestidos da Europa.

Em 2003, deu-se início à segunda fase de privatização da Portucel, S.A. e um ano mais tarde é adquirido 67,1% do capital da Portucel, S.A. pelo grupo Semapa.

Em 2006 foi anunciado o investimento numa nova fábrica de papel em Setúbal, permitindo assim ao grupo assumir uma posição líder no mercado europeu de papéis finos não revestidos (UWF). No ano seguinte dá-se a assinatura do contrato para a aquisição da nova máquina de papel, a instalar no complexo industrial de Setúbal. Em 2008, inicia a construção da nova fábrica de papel em Setúbal, com um investimento de 525 milhões de euros.

Um ano depois (2009), dá-se início aos testes de produção da nova fábrica de papel, tratando-se da maior e mais sofisticada máquina de papel do mundo para a produção de papéis finos de escritório e para a indústria gráfica. Nesse mesmo ano, a nova Fábrica de papel é inaugurada, cerimónia que foi presidida pelo então, Presidente da República, Aníbal Cavaco Silva.



Figura 9 - Nova Fábrica de Papel da The Navigator Company em Setúbal (História, The Navigator Company, 2017).

Com vista a uma maior internacionalização, é constituído em 2009 a Portucel Moçambique, sendo responsável pelo maior projecto florestal integrado para produção de pasta de papel e energia em Moçambique.

Ainda em 2009, o grupo torna-se Líder Europeu de Produção de Papeis finos de impressão e escrita não revestidos (UWF), passando também Portugal a deter a posição cimeira no ranking Europeu dos países produtores deste tipo de papéis.

Em 2010, arrancou o novo turbogerador a vapor no complexo industrial da Figueira da Foz e dois anos depois, entrou em funcionamento a nova linha de evaporação, com um aumento do teor de sólidos na Caldeira de Recuperação no mesmo complexo industrial.

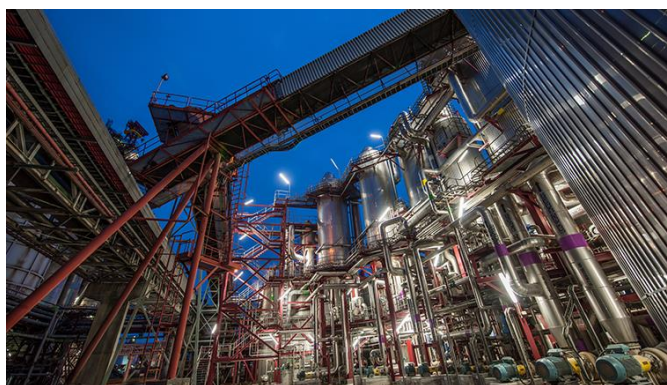


Figura 10 - Nova linha de Evaporação na Figueira da Foz (História, The Navigator Company, 2017).

Em 2013, é construído um novo silo de cascas na caldeira de biomassa no complexo industrial da Figueira da Foz. Também em 2013, ocorreu a maior produção anual de sempre da nova fábrica de papel de Setúbal, a atingindo as 2.000.000 toneladas.

Em 2014, é assinado um acordo entre a Sociedade Financeira Internacional (IFC - International Finance Corporation) e a Portucel S.A., em que o IFC assume 20% do capital social da Portucel Moçambique.

De forma a aumentar a capacidade de produção de pasta de eucalipto na fábrica de Cacia, foi assinado em 2014 um contrato de investimento de 56,3 milhões de Euros, por forma a aumentar em cerca de 20% a sua capacidade de produção. No mesmo ano é realizado novo investimento, numa nova área de negócio, com a construção de uma fábrica de pellets nos EUA.

Em 2015, o grupo entrou no segmento do tissue, com a aquisição da AMS BR Star Paper S.A., (actualmente denominada *Navigator Tissue Rodão, S.A.*), tendo como objectivo diversificar a actividade com a entrada no mercado de papéis para uso doméstico e industrial.

A fábrica de pellets nos EUA inicia a actividade no final do ano de 2016, tendo uma capacidade de produção de 500.000 t/ano.

Em 2016, o grupo Portucel Soporcel decidiu mudar de nome, originando a criação da *The Navigator Company* (thenavigatorcompany, 2016).

Em Agosto de 2018 foi construída uma nova unidade industrial em Aveiro, que é operada pela *Navigator Tissue Aveiro, S.A.*, sendo actualmente o maior produtor português e o terceiro na Península Ibérica, com uma capacidade de produção de 130 mil toneladas e de transformação de 120 mil toneladas.

Em Janeiro de 2021, A *The Navigator Company* inaugura a sua maior central fotovoltaica no complexo industrial da Figueira da Foz, com uma capacidade instalada de aproximadamente 2,6 MW, composta por 7.700 painéis fotovoltaicos, aumentando assim a sua capacidade de produção de energia eléctrica renovável com emissões nulas de CO₂.



Figura 11 - Central Fotovoltaica da Figueira da Foz (The Navigator Company, 2021).

2.2. Grupo *The Navigator Company*

A principal actividade do Grupo Navigator consiste na produção e comercialização de papel fino de impressão e escrita (UWF) e de papel de uso doméstico (tissue), estando presente de forma relevante em toda a cadeia de valor, desde a investigação e desenvolvimento à produção florestal, aquisição e venda de madeiras, produção de pasta branqueada de eucalipto – pasta BEKP – e produção de energia térmica e eléctrica, bem como a respectiva comercialização.

O Grupo Navigator dispõe de quatro complexos industriais, dois dos quais localizados na Figueira da Foz e em Setúbal, onde produz pasta BEKP, energia eléctrica e papel UWF. Dispõe ainda de um outro complexo industrial localizado em Aveiro onde produz pasta BEKP, energia e papel tissue, e de outro em Vila Velha de Ródão onde produz apenas papel tissue.

A produção própria de madeira e cortiça é efectuada em plantações florestais em terrenos próprios e arrendados situados em Portugal e Espanha, bem como em terrenos concessionados situados em Moçambique. A cortiça e a madeira de pinho

produzidas são vendidas a terceiros, enquanto a madeira de eucalipto é essencialmente consumida na produção de pasta BEKP.

Na produção de UWF e de tissue é consumida uma parte significativa da produção própria de pasta BEKP. As vendas de pasta BEKP, papel UWF e papel tissue – destinam-se a mais de 130 países e territórios em todo o mundo.

No que respeita à produção de energia, o Grupo possui três centrais de cogeração, integradas na produção de pasta, produzindo-se vapor e electricidade, sendo o primeiro consumido internamente e a segunda maioritariamente vendida à rede nacional de energia. O Grupo Navigator possui ainda duas centrais de cogeração a gás natural, integradas na produção de papel na Figueira da Foz e em Setúbal, e duas centrais independentes, alimentadas a biomassa, sendo que a produção das duas últimas é toda vendida à rede nacional de energia. Possui ainda quatro centrais fotovoltaicas para autoconsumo.

A *The Navigator Company* é uma referência mundial na produção de pasta de eucalipto e na produção de papel. É líder europeu na produção de pasta de eucalipto (BEKP) e o quinto a nível mundial, é também líder europeu na produção de papéis finos não revestidos (UWF), e o sexto a nível mundial (Relatório e Contas 2020).

Na tabela abaixo é apresentada a produção total e vendas totais de pasta, papel UWF e tissue, do grupo Navigator nos anos de 2016 a 2020:

Tabela 1 - Produção e vendas de pasta e papel (Relatório e Contas, The Navigator Company, 2020)

PAPEL UWF		2016	2017	2018	2019	2020
Figueira da Foz	Kton	766,8	771,3	744,1	718,9	649,2
Setúbal	Kton	820,1	821,3	791,2	721,8	646,3
Produção Total	Kton	1 586,9	1 592,6	1 535,3	1 440,8	1 295,5
Vendas Totais	Kton	1 586,8	1 578,1	1 512,9	1 447,0	1 276,1
FOEX - A4-Bcopy EUR/t		824	815	873	903	836
PASTA BEKP		2016	2017	2018	2019	2020
Aveiro	KtAD	341,2	353,9	357,5	350,2	323,9
Figueira da Foz	KtAD	586,1	593,1	575,1	585,5	572,7
Setúbal	KtAD	543,1	542,1	519,1	490,2	467,5
Produção Total	KtAD	1.470	1.489	1.452	1.426	1.364
Vendas Totais	KtAD	290,7	310,9	253,4	313,8	394,1
FOEX - BHKP EUR/t		628	729	880	762	596
FOEX - BHKP USD/t		696	819	1.038	855	680
TISSUE		2016	2017	2018	2019	2020
Produção de bobines	Kton	46,9	56,2	71,7	102,3	112,7
Produção de produto acabado	Kton	41,8	48,9	66,0	72,8	79,5
Vendas de bobines	Kton	9,0	7,3	1,9	21,1	25,9
Vendas de produto acabado	Kton	41,9	48,1	61,2	74,5	80,1
Vendas totais	Kton	50,9	55,4	63,1	95,7	106,0

2.2.1. Balanço da companhia no ano 2020

A Navigator geriu a sua produção de papel UWF – papel fino para impressão e escrita não revestido, ao longo do ano, de forma a acompanhar a queda da procura e a controlar os seus níveis de stock. Após um ajustamento da produção nos meses mais críticos, voltou a incrementar os níveis de produção de papel a partir de Julho, tendo todas as suas máquinas laborado em pleno desde então.

Em relação à pasta, e com a pandemia a afectar fortemente todo o continente europeu, a Navigator conseguiu manter as vendas na Europa e crescer nos mercados overseas.

As vendas de tissue atingem valores máximos em volume e em valor, tendo o negócio evoluído favoravelmente ao longo de 2020, com as vendas em volume a atingir as 106 mil toneladas, representando um crescimento de 10% em relação a 2019. A Navigator desenvolveu esforços industriais e comerciais significativos ao longo do ano, com o objectivo de dar resposta ao aumento da procura dos produtos deste segmento, aumentando assim as vendas em cerca de 8%.

Com limitações ao trabalho de campo na floresta, em virtude do confinamento, o ano fica marcado por um maior foco das actividades de I&D no core business da Navigator – Floresta, Indústria, Produto –, mas acompanhando e investindo nos temas de futuro, de curto e médio prazo, como as alterações climáticas, as novas aplicações da fibra (incluindo a área de embalagem), e a bioeconomia e bioprodutos.

A venda de energia eléctrica totalizou 144 milhões de Euros, o que representa uma diminuição de 10,6% face ao ano anterior, apesar de o volume de venda total em MWh ter aumentado marginalmente. Em 2020, foi prosseguido o Plano de Eficiência Energética com acções que incluem a redução do consumo, a substituição das frotas com recurso a viaturas eléctricas, e o investimento na digitalização da gestão da energia, de que o projecto Energy Digital Effectiveness, lançado em 2020, é um exemplo. Destaque ainda para a Certificação do Sistema de Gestão de Energia pela ISO 50001:2018.

2.3. Sustentabilidade ambiental

Um dos focos principais da empresa prende-se com a sustentabilidade ambiental, praticando políticas ambientais rigorosas permitindo reduzir os impactos ambientais resultantes da sua actividade de exploração das florestas. A comprovar estas práticas, à *The Navigator Company* foram atribuídos os certificados de Sistema de Gestão da Qualidade, de acordo com a ISO 9001, Sistema de Gestão Ambiental, de acordo com a ISO 14001, Cadeia de Responsabilidade multisite da *The Navigator Company*, de acordo com o FSC (Forest Stewardship Council) e o PEFC

(Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes). Estes dois últimos certificados permitem garantir que a matéria-prima para transformação vem de florestas com gestão responsável e madeiras controladas, o que contribui para a sustentabilidade ambiental.

De forma a garantir uma floresta sustentável, são produzidos anualmente nos viveiros da empresa 12 milhões de plantas, estando incluídas espécies autóctones ou protegidas e espécies ornamentais ou arbustivas (Viveiros, The Navigator Company, 2017). Outro aspecto importante na gestão das florestas é o trabalho desenvolvido durante o ano na prevenção e apoio ao combate aos incêndios. Anualmente são investidos mais de 3 milhões de euros na limpeza de florestas, aplicação de fogo controlado, aplicação de herbicidas e participação de um grupo especializado de combate a incêndios, designado AFOCELCA (Protecção da Floresta, The Navigator Company, 2017).

2.4. Complexo industrial da Figueira da Foz

O complexo industrial da Figueira da Foz teve a sua inauguração em 1984. Inicialmente, a sua designação era Soporcel, Sociedade Portuguesa de Papel, S.A. e a sua actividade inicial era a produção de pasta de papel para exportação. Em 1990, iniciou o projecto para a primeira máquina de papel, tendo o seu arranque ocorrido em 1991. Em 2001, entra em funcionamento uma segunda máquina de papel tornando o complexo industrial da Figueira da Foz um dos maiores da Europa.

Anualmente produz cerca 570 mil toneladas de pasta branqueada de eucalipto (BEKP) e 700 mil toneladas de papel fino para impressão e escrita não revestidos (UWF) (*The Navigator Company*, 2017).

Na figura abaixo é possível ver uma imagem aérea das instalações da fábrica. Actualmente, o complexo industrial designa-se por *The Navigator Company Figueira*.



Figura 12 - Complexo industrial da Figueira da Foz (*Complexo Figueira da Foz, The Navigator Company*, 2017)

Além da produção de pasta e de papel, o complexo industrial da Figueira da Foz apresenta-se também como um produtor de energia renovável em Portugal, dispondo de uma central a cogeração com duas turbinas, uma a gás (GT2) com capacidade 74,8 MW e outra que permite funcionar a vapor ou a gás (GT1+ST) com capacidade de 46,75 MW, e quatro turbogeradores: TG1 e TG2, ambos com capacidade de 17 MW, a TG3 com capacidade de 25,5 MW, e a TG4 com capacidade de produção de 71,4 MW.

Recentemente foi também instalada na cobertura da fábrica de papel do complexo, uma central fotovoltaica com uma capacidade instalada de cerca de 2,6 MW, sendo a maior do grupo até à data.

No complexo industrial da Figueira da Foz, trabalham cerca de 1000 trabalhadores, cerca de um terço dos trabalhadores espalhados por todo o país.

2.4.1. Organograma do Complexo industrial da Figueira da Foz

O estágio curricular teve lugar na Engenharia de Manutenção, mais concretamente, na preparação mecânica da PM2. Nas duas figuras abaixo, é indicado o organograma da companhia, no complexo industrial da Figueira da Foz, com especial destaque da Direcção de Manutenção.

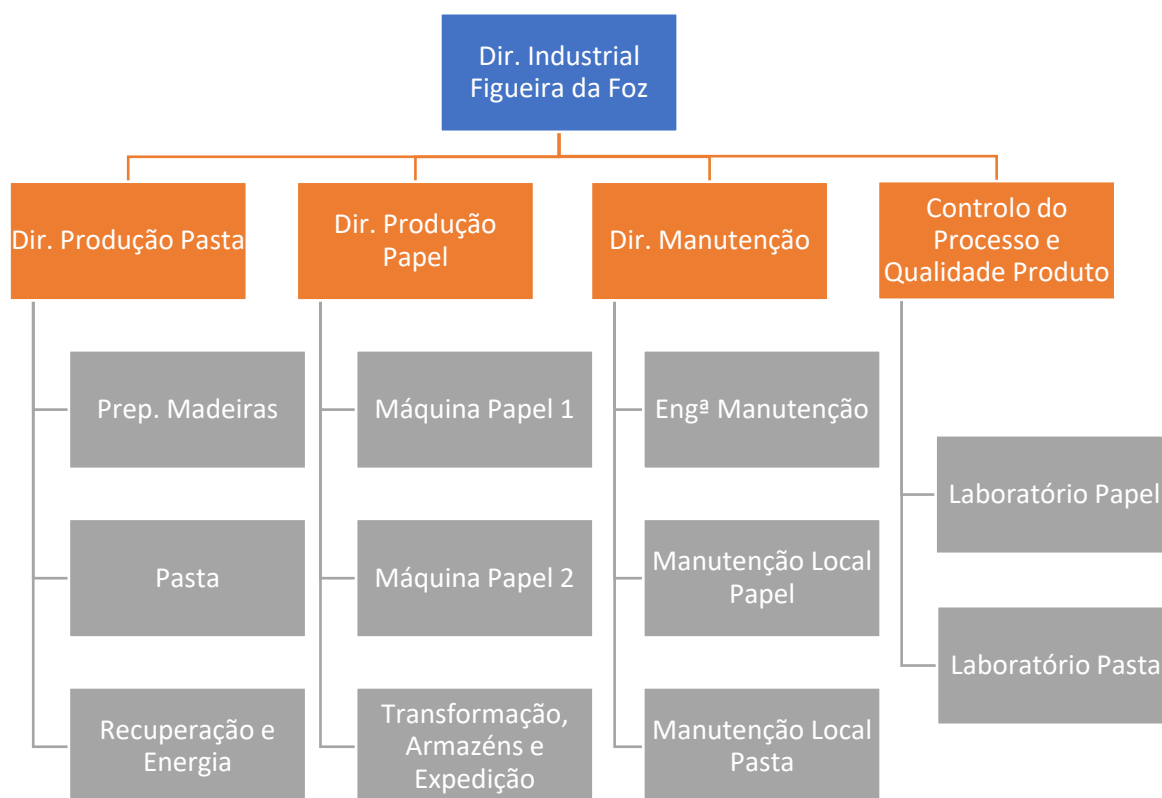


Figura 13 - Organograma Principal do complexo industrial da Figueira da Foz

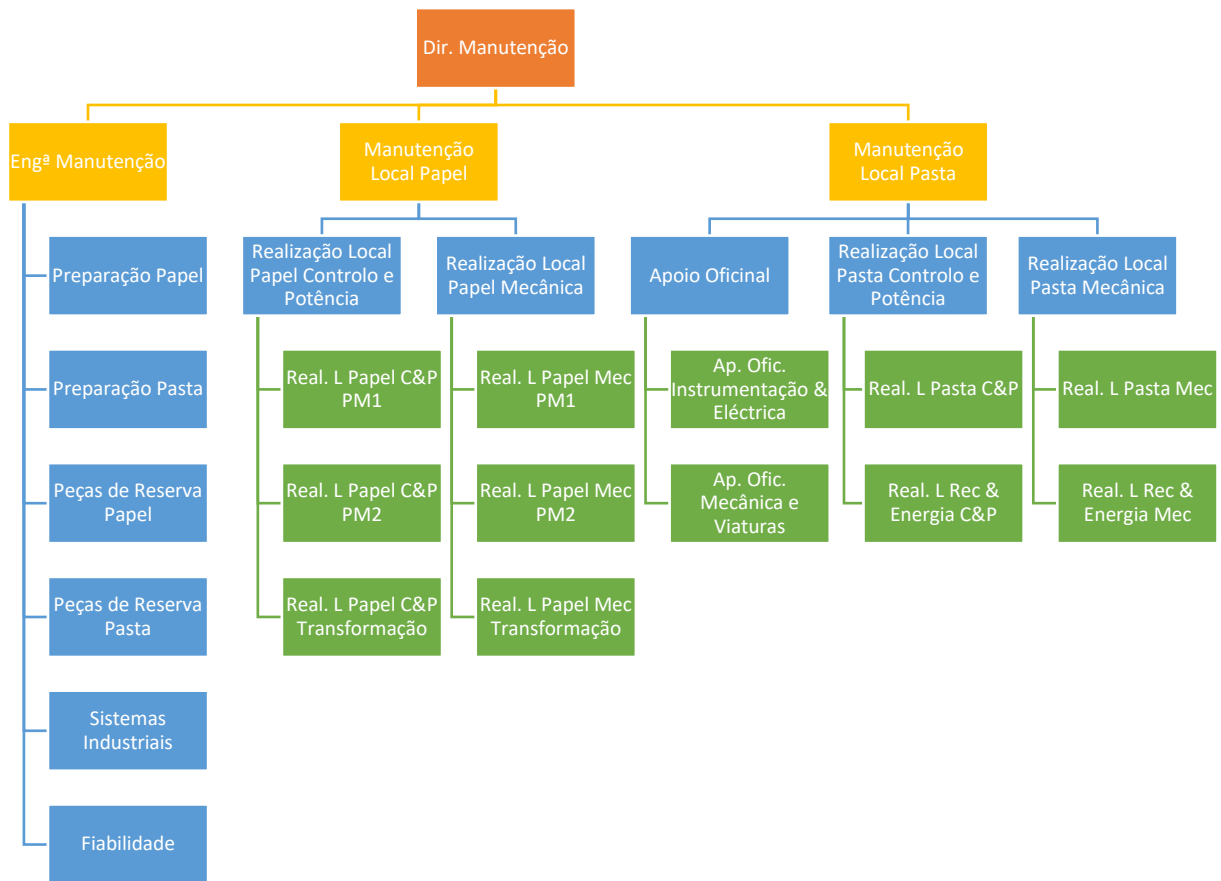


Figura 14 - Organograma da Direcção da Manutenção da Figueira da Foz

Como se pode ver na figura 2.4.1.2 a secção da preparação do papel está inserida na Engenharia de Manutenção. No organograma não faz referência à máquina, nem tão pouco à especialidade, como na estrutura da manutenção local, pela razão de a equipa estar preparada para exercer funções em qualquer das posições, em caso de necessidade, uma vez que os membros da equipa possuem conhecimentos para permitir essa polivalência. No caso da estrutura da manutenção local, os técnicos são diferenciados quanto à sua especialidade, mas estes podem operar tanto na máquina de papel 1, como na máquina de papel 2, e também na área da transformação.

No entanto, as actividades realizadas durante o estágio foram desenvolvidas principalmente na área de preparação mecânica da máquina de papel 2 – PM2.

Apesar de haver uma divisão no organograma, a Engenharia de Manutenção trabalha em conjunto com a Manutenção Local em praticamente todos os trabalhos, como uma equipa.

3. Máquina de Papel 2 – PM2

A PM2, do fabricante VOITH SULZER (Alemanha), inaugurada em Julho de 2000, no complexo industrial da Figueira da Foz, sendo na época, uma das mais avançadas em termos de tecnologia no sector do papel.

3.1. Principais características da PM2

A máquina foi concebida para produzir papel com uma largura de 8,6 m, a uma velocidade máxima de 1500 m/min (90 km/h), tendo uma capacidade de produção de cerca de 60 ton/h, sendo a sua produção anual de cerca de 455.000 ton. Foi desenhada para produzir papéis com gramagens entre 80 - 120 g/m², podendo no entanto produzir gramagens mais baixas, bem como mais altas.

Para conseguir esse feito a máquina de papel é constituída por várias secções distintas por onde o papel terá de passar até finalmente ser o produto acabado a que estamos habituados a ver nos nossos escritórios. Para isso, a máquina tem um comprimento de cerca de 182 metros, o que equivale ao comprimento de três aviões da TAP, modelo Airbus A330-200.

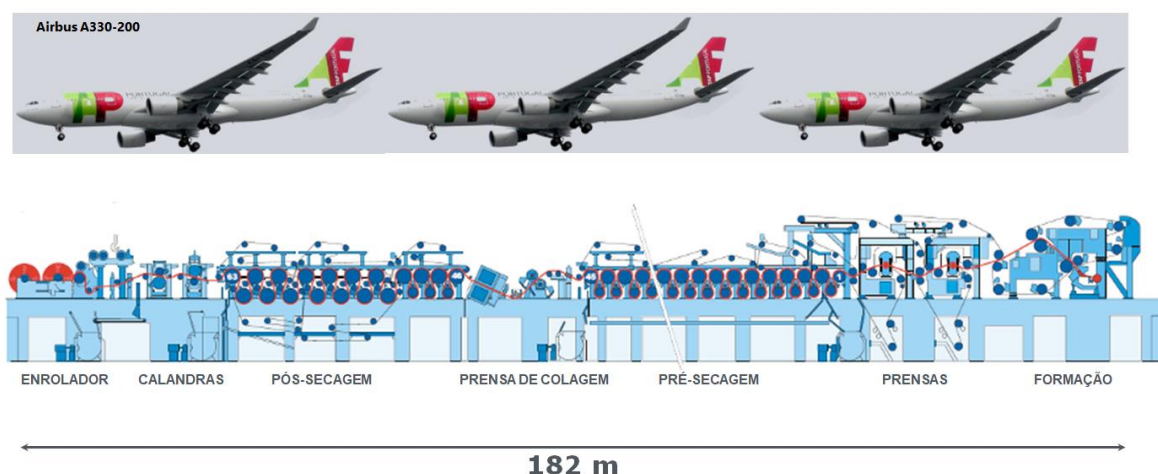


Figura 15 - Layout PM2, comparada com Airbus A330 (PM2, The Navigator Company, 2018)

3.2. Constituição da PM2

O processo de fabrico de papel é um processo simples, que é iniciado quando as fibras estão misturadas com a água, e de seguida vai-se removendo a água de formas diferentes, ficando as fibras ligadas entre si, formando a folha de papel.

A máquina de papel 2 é constituída por várias secções ao longo dos seus 182 metros de comprimento, onde a água é removida de formas diferentes e onde as características do papel são manipuladas.

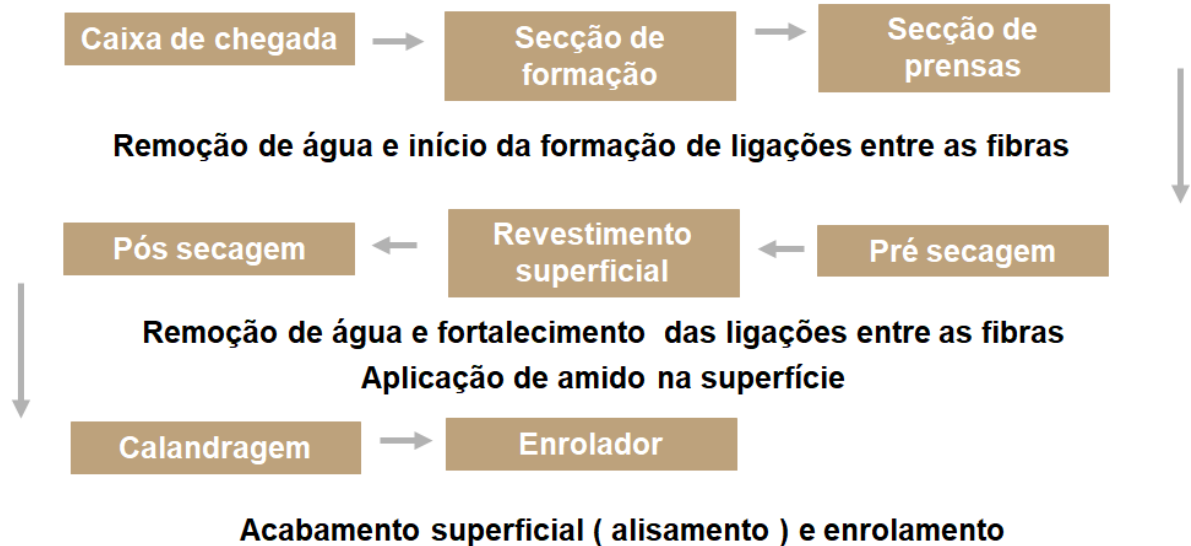


Figura 16 - Processo de Fabrico do Papel (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

Na próxima figura, é identificado o teor de secura do papel, ao percorrer as várias secções da máquina.

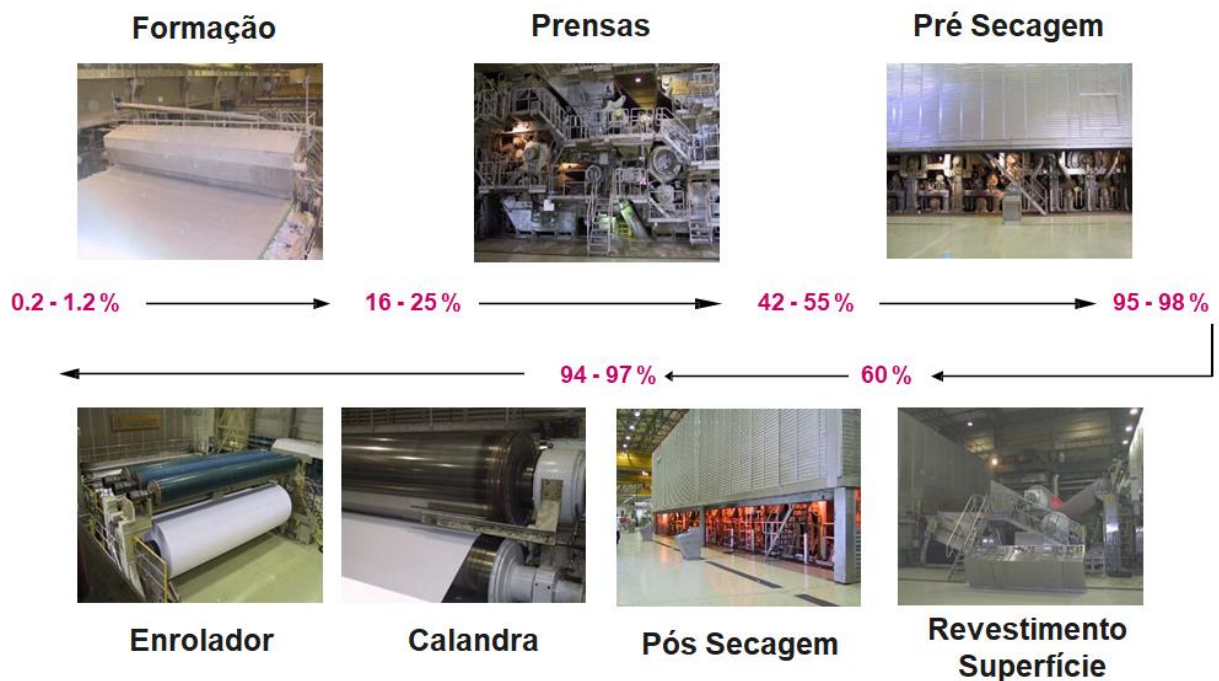


Figura 17 - Teor de secura do papel nas diferentes fases (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

3.2.1. Caixa de Chegada

A caixa de chegada é onde é iniciado o processo de fabrico do papel quando este chega à máquina de papel, denominado por zona húmida (Wet End). O processo na caixa de chegada cria uma mistura de fibras e água homogenia, criando zonas de micro turbulência para evitar fenómenos de floculação, espalhando uniformemente a pasta de papel sobre a teia, controlando a pressão e velocidade para que se mantenham constantes na direcção transversal à saída da caixa de chegada.

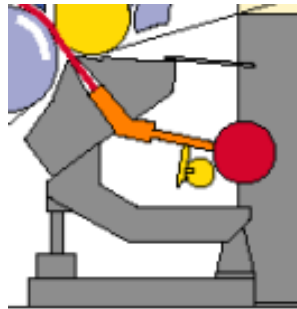


Figura 18 - Exemplo de caixa de chegada (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

3.2.2. Secção de Formação

É na secção de Formação que são removidas grandes quantidades de água, de uma forma controlada, por forma a garantir uma distribuição uniforme das fibras, pois é aqui que se dá a formação da folha de papel, passando no meio de duas teias, que ao longo da secção vão drenando a água existente na folha, aumentando assim o seu teor de secura para cerca de 20%.

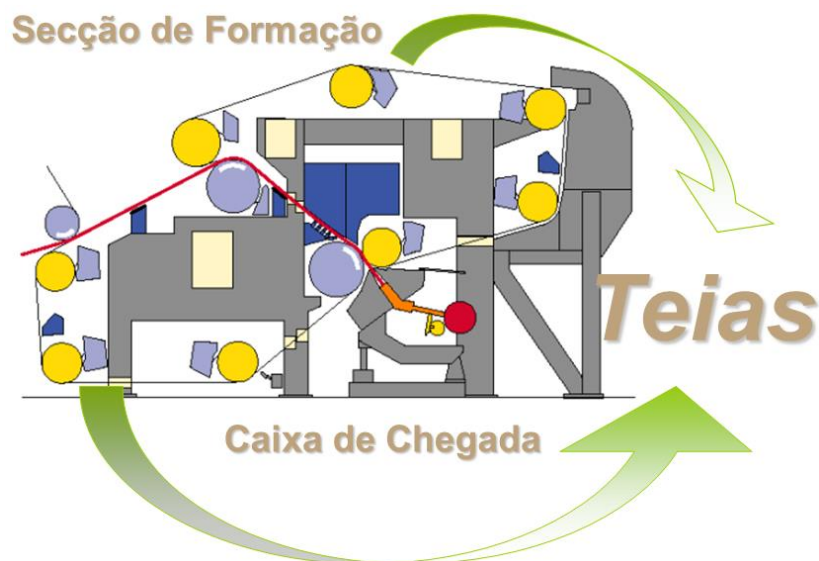


Figura 19 - Exemplo de secção de formação (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

3.2.3. Secção de Prensas

A secção das prensas é responsável pela remoção de água na folha de papel por uma acção mecânica, mais concretamente, por uma prensagem da folha de papel quando esta passa por entre dois rolos que estão sobre pressão (NIP Pressure). A folha de papel é conduzida para esses dois rolos através de feltros, que consolidam a folha para permitir a sua condução para a secção da secaria através de uma Transferbelt.

A secção de prensas pode ser constituída por vários Nips, quanto mais eficiente for o tipo de Nip da prensa, menor o número de Nips usados para conseguir uma folha de papel com as características ideais para entrar na secção da secaria.

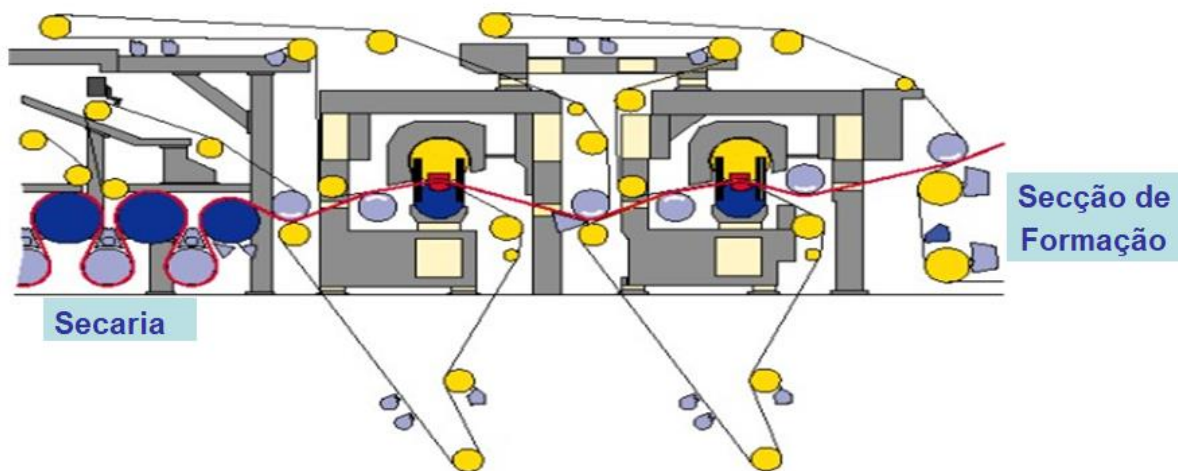


Figura 20 - Exemplo de secção de Prensas com 2 Nips (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

Esta pressão exercida nos dois rolos, para além de remover a água contida na folha, também cria uma compactação da folha de papel, aumentando assim a sua resistência. Esta operação de prensagem tem uma grande influência na qualidade do papel, determinando o teor de secura a que o papel entra na secaria, que deve ser entre os 42 a 55%. É importante atingir este valor de secura antes da entrada da secaria, pois os custos para secar o papel na secaria são muito superiores aos custos de remover a água na secção de prensas. Por outro lado, não é benéfico aumentar muito mais a percentagem de secura, pois para isso seria necessário aplicar mais pressão ao papel, correndo o risco de danificar a estrutura das fibras.

Como se pode ver na figura abaixo, um dos rolos do Nip tem o seu interior estático, e é nessa secção que é aplicada a pressão através de vários pistons hidráulicos ao longo do comprimento do rolo, que aplica uma determinada pressão na sapata. Essa sapata comprime os feltros e a folha por intermédio de uma camisa que gira à

velocidade dos feltros, contra o rolo inferior, drenando assim a água da folha de papel.

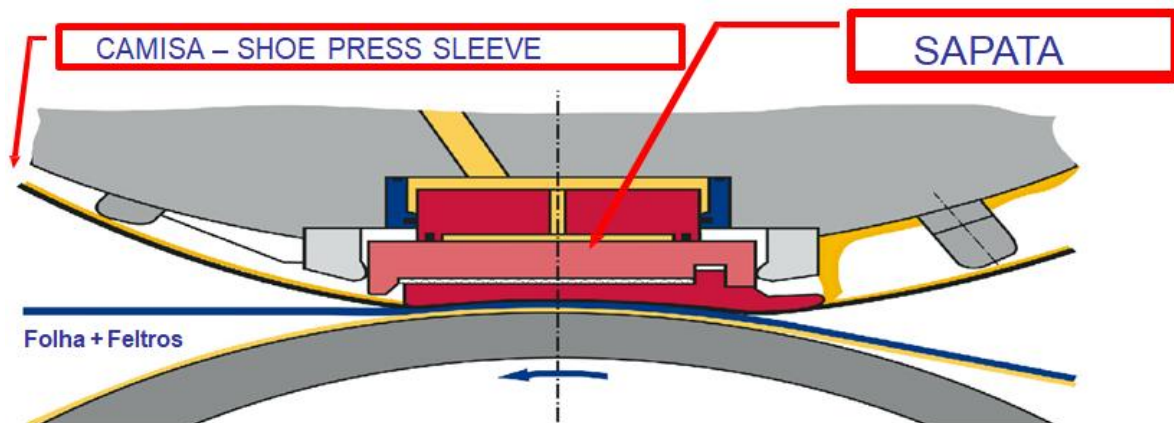


Figura 21 - Pormenor do NIP da prensa (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

Um Nip desajustado pode influenciar a qualidade do papel, como por exemplo, o aparecimento de marcação que ocorre quando a pressão hidráulica nas nips for excessiva. A espessura do papel pode ficar comprometida devido a elevadas cargas mecânicas. No caso de não existir uma drenagem da água simétrica, pode ocorrer diferença de faces no papel.

3.2.4. Pré-Secaria

A Pré-Secaria é onde se dá início à zona seca (Dry End) da máquina, que corresponde à zona que recorre ao vapor para extrair mais água do papel. A pré-secaria deve ter uma grande capacidade de evaporação por unidade de secagem, sendo o mais homogênea possível, por forma a garantir bons perfis de papel. Deve garantir uma boa Runnability por forma a criar ótimas condições de transporte da folha à velocidade da máquina. Deve ter um bom desempenho do sistema de vapor e condensados, ventilação e recuperação de calor, por forma a ter o mínimo consumo de energia possível.

A Pré-secaria da PM2 recorre a uma secagem multi-cilindros, que usa o vapor saturado como fonte de energia. A transferência de calor para o papel é dada através de cilindros secadores, e a transferência da folha entre cilindros é com o recurso a telas, que também servem para accionar os grupos secadores.

Este tipo de processo é dominante nas máquinas de papel, porque utiliza vapor de baixa pressão, normalmente disponível neste tipo de indústrias, e porque permite desenhar um sistema de recuperação de calor eficiente. No entanto, é um processo que requer bastante espaço físico, pois são necessários vários cilindros secadores,

e por isso, tem uma inércia térmica muito elevada. Em máquinas muito largas, torna-se mais difícil garantir um bom perfil transversal de evaporação.

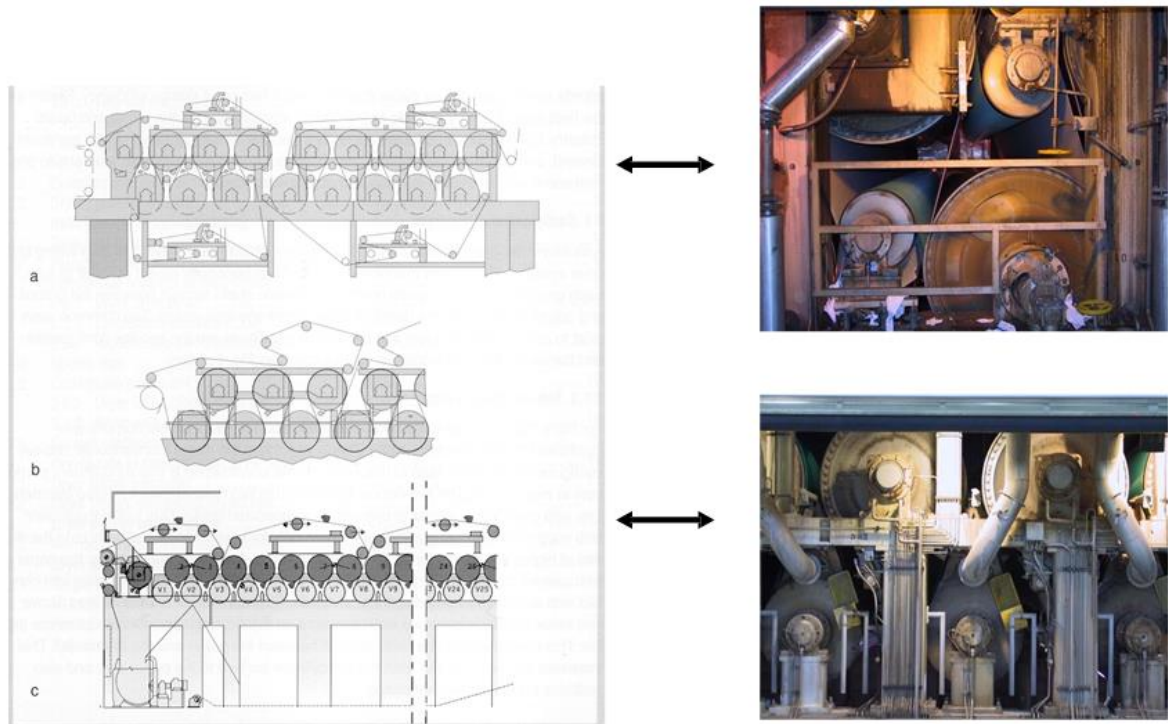


Figura 22 - Exemplo de uma Pré-Secaria (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

Este método, usado para retirar a humidade do papel, usa como fonte de energia o calor latente de vaporização, devido à condensação do vapor no interior dos cilindros secadores.

É necessário haver uma boa drenagem do condensado gerado no interior do cilindro, para que este não acumule dentro do cilindro, originando o seu arrefecimento e consequente perda de rendimento, mas também para não aumentar o torque do accionamento do grupo de secagem, aumentando assim a energia necessária para fazer rodar o grupo à velocidade da máquina.

Sendo assim, a alimentação de vapor e a remoção de condensados nos cilindros secadores é feita através de juntas rotativas que estão acopladas nos topos dos cilindros. As juntas rotativas podem ser de dois tipos, as alternadas, que implica que o cilindro secador tenha uma junta rotativa para a entrada de vapor e outra junta para o condensado na outra extremidade do cilindro, e do tipo combinadas, em que a entrada de vapor e saída de condensado se dão na mesma junta, e do mesmo lado. A utilização de juntas alternadas melhora o perfil de humidade do papel.

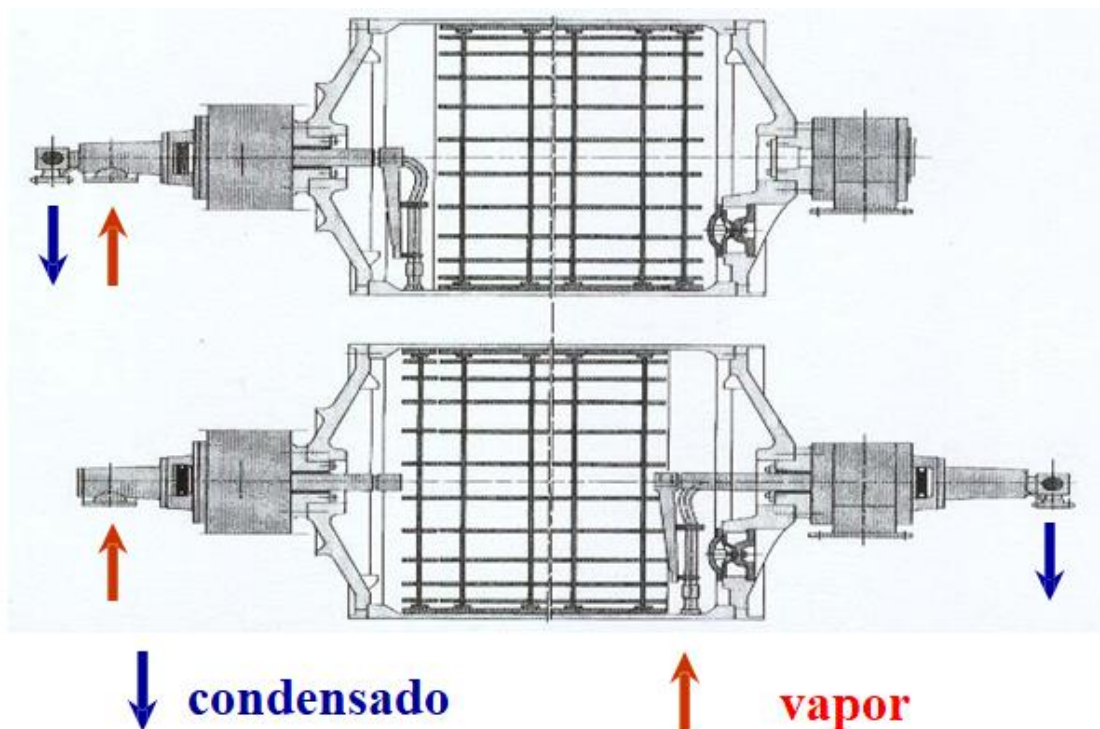


Figura 23 – Exemplo de juntas rotativas (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

O condensado é expulso de dentro do cilindro através de um sifão estacionário, devido à energia cinética, que compensa a pressão hidrostática do condensado e as perdas de carga do escoamento, que sendo minimizadas, a pressão diferencial necessária para remover o condensado torna-se mínima. Pode ser usado numa gama alargada de velocidades, e é montado nas extremidades dos cilindros por questões construtivas. São muito sensíveis a vibrações, e podem danificar-se quando entram em contacto com a superfície interna do cilindro.

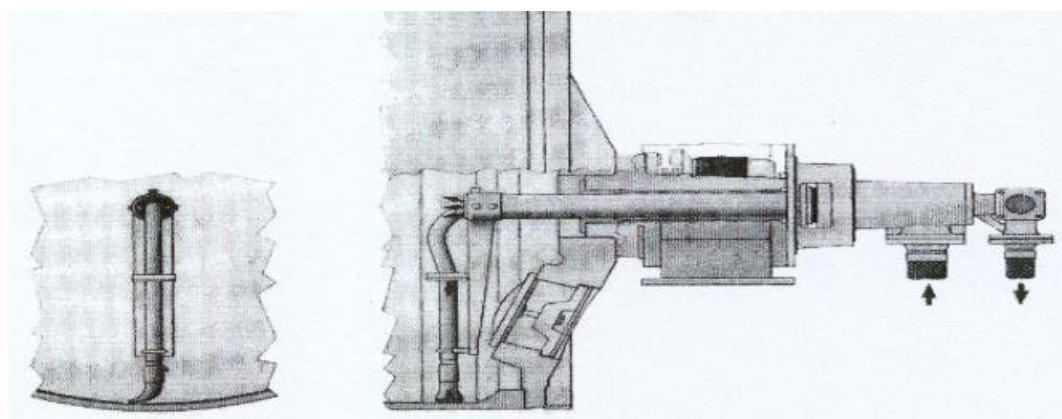


Figura 24 - Exemplo se Sifão estacionário (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

A pré-secaria encontra-se num ambiente confinado, dentro de uma Capota (hood) de secagem, promovendo a evaporação e a remoção da água evaporada para a atmosfera de forma controlada. Esta capota cria um ambiente controlável em todo o processo de secagem, potenciando a utilização racional de energia e a sua runnability, permitindo uma melhor distribuição de ar. Melhora as condições de trabalho, protegendo os edifícios contra a corrosão e reduz o nível de ruído.



Figura 25 - Exemplo de uma capota de Pré-secaria.

3.2.5. Revestimento Superficial

O revestimento superficial consiste na aplicação de uma dispersão viscosa de amido (banho de amido) sobre a folha, reduzindo desta forma o tamanho dos poros da estrutura fibrosa. Melhora as características do papel, proporcionando a este uma maior resistência à penetração de líquidos, melhores características de superfície, e a melhoria de algumas características físicas do papel.

No caso especial dos papéis de impressão e cópia a colagem superficial melhora a qualidade de impressão, nomeadamente no seu contraste, permite uma melhor definição dos contornos, e um melhor brilho de impressão. Tem também uma maior resistência à penetração de líquidos.

Ao banho de amido são ainda adicionados alguns produtos com funções específicas, como branqueadores ópticos para aumentar o grau de brancura do papel, e aditivos para controlo de viscosidade e redução de estática.

Este processo é normalmente uma operação integrada na máquina de papel, e tem como vantagens uma retenção máxima no papel, permite a adição de aditivos minimizando o impacto dos mesmos na zona húmida (wet end) da máquina. No entanto, este processo requer uma capacidade de secagem adicional (Pós-Secaria), uma vez que o banho de amido irá diminuir o teor de secura à saída da Pré-Secaria, que deverá rondar os 98% de teor de secura, e passará para os 60% de teor de secura após o revestimento superficial.

O processo de colagem superficial é aplicado pelo equipamento denominado “Speedsizer”, que tem como princípio de funcionamento a aplicação do banho de amido nos rolos de aplicação, que por sua vez, os rolos transferem o banho para a superfície do papel, quando este passa no Nip de aplicação.

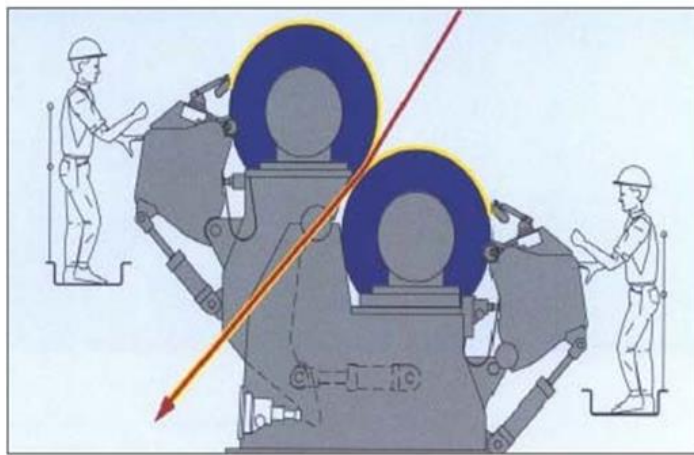


Figura 26 - Exemplo da Speedsizer da PM2 (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

Ambos os rolos de aplicação são revestidos a borracha ou poliuretano com 10 a 25 P&J de dureza, e estão equipados com um sistema de aquecimento e arrefecimento.



Figura 27 – Revestimento dos rolos aplicadores.

Antes do arranque da Speedsizer, os rolos são aquecidos durante cerca de duas horas, por forma a evitar uma aplicação da película desigual potencialmente criado pelas condições térmicas alteradas no nip de aplicação.

Durante a operação, é gerado calor nos rolos, devido à pressão do nip de aplicação e à temperatura do produto de aplicação, e por isso os rolos devem ser arrefecidos durante o funcionamento. Este arrefecimento evita a subida da temperatura entre o rolo e o revestimento de borracha, evitando assim que o revestimento se solte.

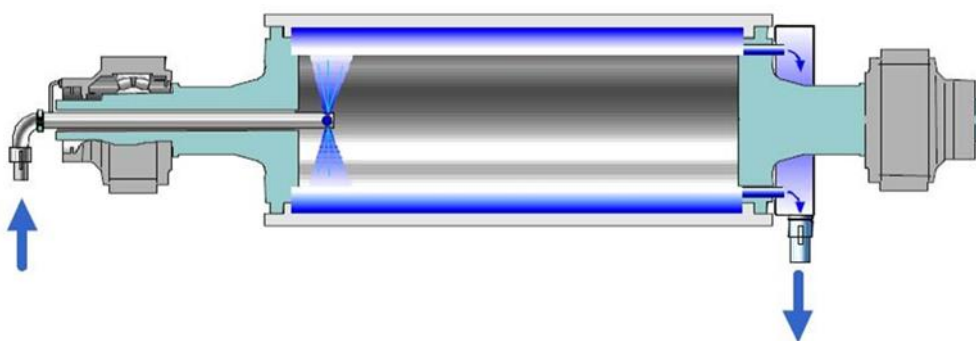


Figura 28 - Sistema de arrefecimento do rolo aplicador (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

Este sistema permite um maior ajuste da quantidade de produto a aplicar e permite funcionar com menores teores de humidade, o que leva a uma melhor runnability. Porém requer uma filtragem do banho muito eficaz, pois sólidos demasiados altos podem provocar uma aplicação não uniforme.

3.2.6. Pós-Secaria

A Pós-Secaria, (segunda fase da Dry End), contribui para extrair a humidade entretanto adquirida na Speedsizer com a aplicação do banho de amido, através dos cilindros secadores semelhantes aos da pré-secaria.

O objectivo é voltar a devolver o teor de secura atingido na pré-secaria, cerca de 97% de teor de secura.

Contempla também na sua fase inicial, do lado de fora da capota, um secador de ar quente, que tem a missão de evitar que o amido aplicado pela speedsizer se agarre aos primeiros cilindros secadores. Esse ar é aquecido através de um queimador a gás natural.



Figura 29 – Exemplo da Pós-secaria.

3.2.7. Calandra

A calandragem é o último processo onde é possível modificar as propriedades do papel.

A calandragem tem três funções principais:

- Melhorar as propriedades superficiais do papel (lisura, brilho), melhorando as propriedades de impressão ou outros factores relacionados com o processamento posterior;
- Ajustar a espessura do papel para obter um papel com a densidade desejada;
- Controlar o perfil de espessura para obter bobinas lisas e uniformes na bobinadora.

Para além disso, a calandra pode também ser usada para variados objectivos especiais, como por exemplo, estampar motivos em relevo no papel com rolos com padrões.

Para um papel de impressão e escrita, a calandragem permite reduzir a rugosidade da folha, e reduzir o tamanho dos poros da folha, através da compressão.

O tipo de calandra presente na PM2, é do tipo “Soft Nip”, constituída por dois pares de rolos invertidos, que permitem uma calandragem nas duas faces do papel.

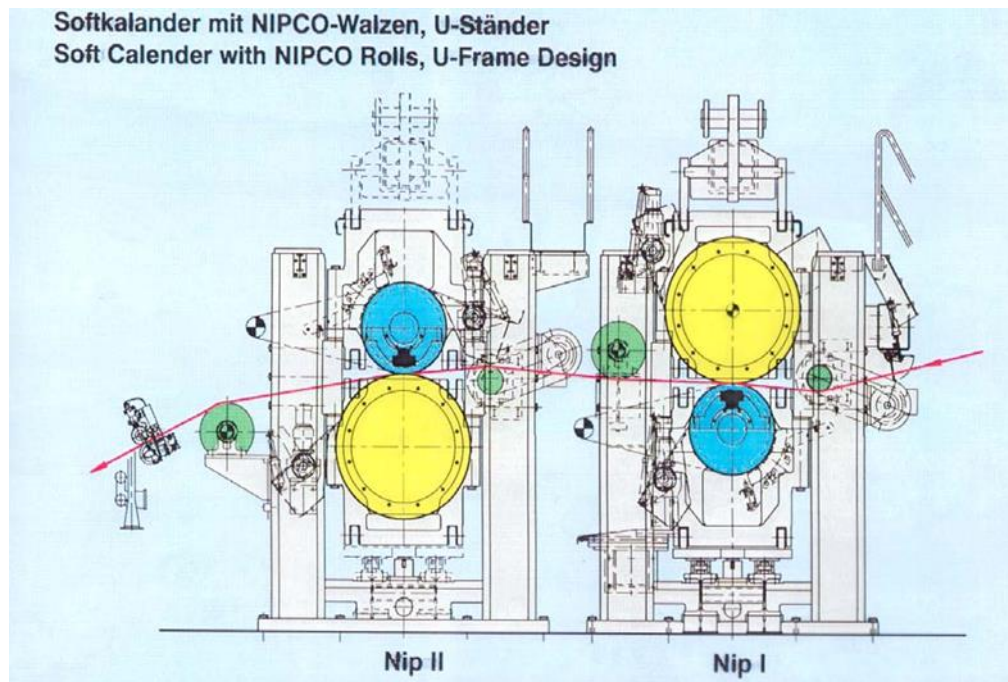


Figura 30 - Exemplo de Calandra "Soft Nip" (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

Cada Nip é constituído por dois rolos, em que um deles tem um revestimento macio (soft roll cover), e o outro revestimento duro aquecido através de óleo térmico.

Numa calandra "Soft Nip" a compressão ocorre na estrutura da folha, mas também no revestimento do "soft roll", o que traduz numa menor pressão no Nip, melhorando a densificação da folha, tornando-a mais uniforme.

A passagem da tira deve ser feita com o Nip aberto, e o desgaste do rolo macio tem de ser superior ao desgaste do rolo duro, por forma a ter uma gestão cuidada da substituição dos rolos, que no caso da PM2, o rolo macio consegue ser substituído com a máquina em produção.

Para evitar marcas no rolo macio, deve ser garantida uma limpeza eficiente, através de raspas. A sua temperatura não deve exceder os 100°C, e variação de temperatura no perfil do rolo nunca deve passar dos 15°C. Para isso, deve ser monitorizada a temperatura do rolo.

3.2.8. Enrolador

O Enrolador é a fase final da máquina de papel. É o local onde a folha de papel é enrolada em veios de carretel formando os "Jumbos" de papel, que podem atingir os 4,5 metros de diâmetro, e as 60 Ton de peso. Esses jumbos ficam na estação de espera, para depois serem bobinados novamente em bobinas de papel mais

pequenas, que podem ser armazenadas em stock, ou irão para a área da transformação para poderem ser transformados em diversos formatos de papel, como por exemplo o mais conhecido formato A4.



Figura 31 - Enrolador da PM2.

A transição da folha de papel de um Jumbo para um veio carretel vazio é feita de forma automática, ao operador apenas é pedido para alimentar a máquina com veios carretel vazios na parte superior do enrolador, e para retirar o Jumbo completo enquanto o enrolador está a enrolar o Jumbo seguinte. Esta operação é feita através da ponte rolante devidamente preparada com uma canga especial para estas operações.

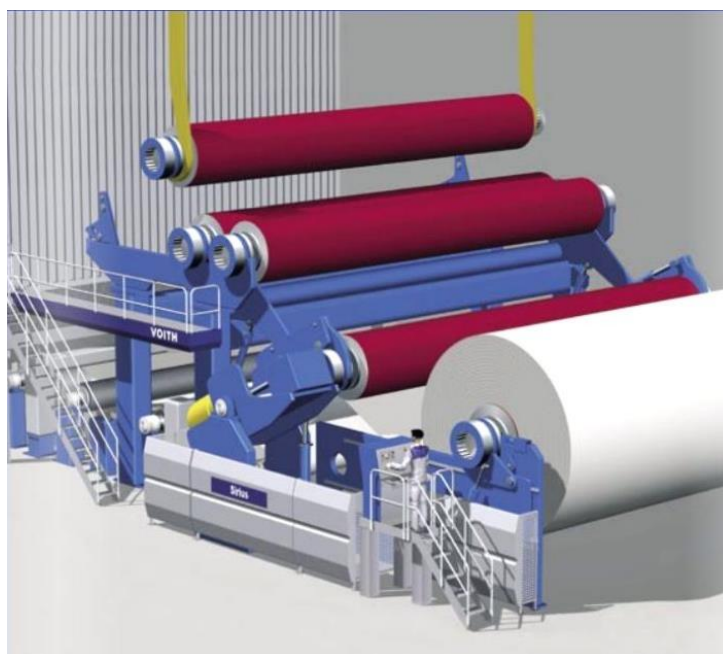


Figura 32 - Transição de Jumbo para veio carretel (Trend setting winding technology - Sirius™, VOITH, 2012)

3.3. Preparação de Pasta

Para garantir um bom produto final, e para que a máquina de papel tenha o melhor rendimento possível, existem outras fases dentro do processo de fabrico do papel, tão ou mais importantes que os processos realizados na máquina de papel, e uma dessas fases é a Preparação de Pasta (Stock Preparation), sendo parte essencial ao processo de produção de papel.

A preparação de Pasta é um conjunto de operações unitárias necessárias à obtenção de uma mistura de pastas com aptidão para produzir uma folha de papel em condições óptimas. Tem a finalidade de produzir alterações nas fibras, permitindo melhorar as propriedades do papel, e retirar da mistura de pastas os componentes indesejáveis.

Na figura seguinte é mostrado um Lay-out típico de uma preparação de pastas de uma fábrica de papel, e de seguida identificadas algumas das operações que constituem a preparação de pasta.

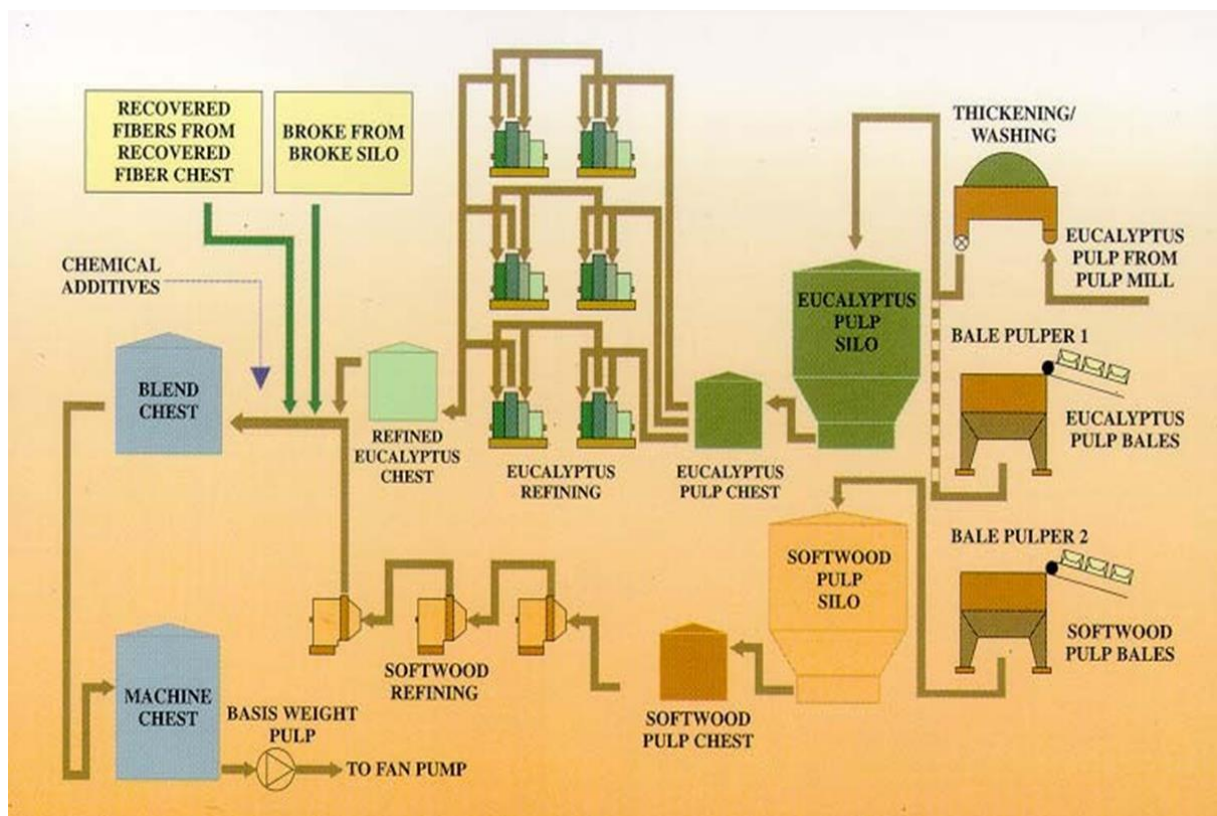


Figura 33 - Lay-out de Preparação de Pasta (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

3.3.1. Desintegração de pasta (ou papel)

A Desintegração de pasta ou papel é um processo que utiliza energia mecânica para separar as fibras, num meio líquido, permitindo assim a sua utilização na produção de papel, contribuindo para uma mistura homogênea. O desintegrador recebe a pasta em forma de fardos, ou o papel rejeitado durante o processo de fabrico, e de seguida vai diluindo em água branca para que possa ser introduzido no processo.

Nesta fase são já adicionados alguns químicos e aditivos à mistura, para remoção de contaminantes.

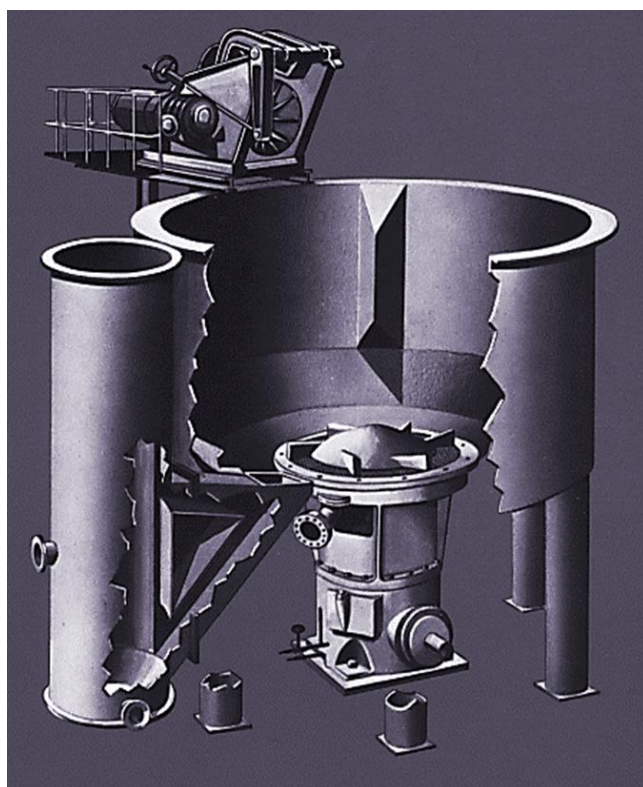


Figura 34 - Desintegrador de Pasta (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

3.3.2. Regulação de Consistência

A regulação da consistência ajusta a consistência de cada fluxo de pasta, mantendo o valor da consistência constante e adequado, garantindo que cada fase do processo decorre em condições optimizadas.

3.3.3. Mistura de Pastas

A mistura de pastas doseia as várias correntes fibrosas, que permite uma mistura constante e homogénea dos diferentes componentes fibrosos. Garante a homogeneidade e continuidade da mistura de pasta.

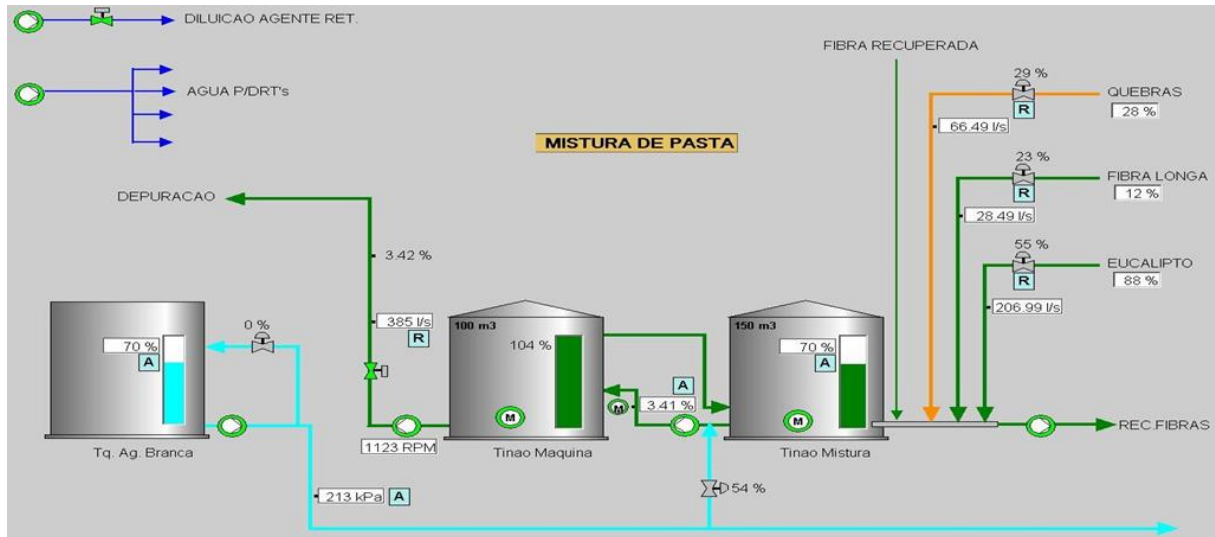


Figura 35 - Mistura de Pastas (Trainees PAPEL, The Navigator Company, 2019)

3.3.4. Espessamento de Pasta ou Quebras

É o aumento da consistência dos fluxos fibrosos, que maximiza as capacidades de armazenagem de pasta ou de quebras. Permite uma melhor gestão dos componentes da mistura e contribui para a homogeneização dos volumes armazenados.



Figura 36 - Espessador de quebras (Trainees PAPEL, The Navigator Company, 2019)

3.3.5. Recuperação de Sólidos

Consistem em remover os sólidos das águas brancas, permitindo assim usos mais nobres para essas águas, podendo ser usadas em vez de água fresca. Existe uma poupança devido à recuperação dos materiais em suspensão e resultando numa menor carga do efluente.

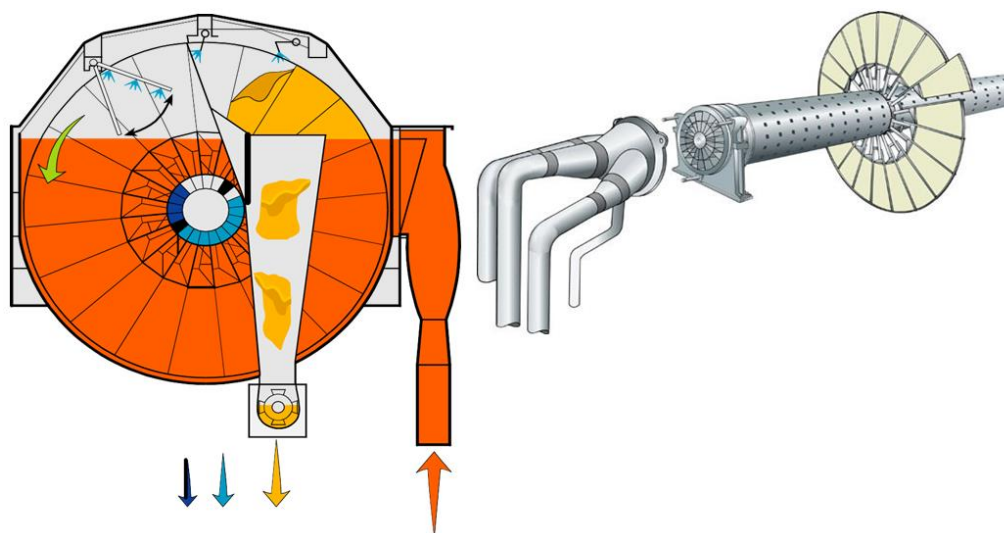


Figura 37 - Recuperador de Fibras de Discos (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

3.3.6. Depuração

Responsável por retirar contaminantes de densidades diferentes das fibras, promovendo a limpeza do fluxo fibroso. Desta forma, são evitadas rejeições de papel devido a impurezas, como areias, e limalhas, e pequenas partículas indesejáveis. É usada uma força centrífuga para a separação dessas impurezas ao longo de vários estágios, para diferentes densidades.

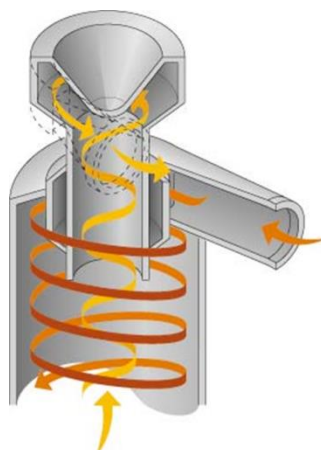


Figura 38 - Depurador de Pasta (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

3.3.7. Desarejamento

Consiste em retirar o ar da fibra, permitindo promover a eliminação do ar dissolvido. Assim são evitados defeitos na folha, como buracos, ou faltas de fibra.

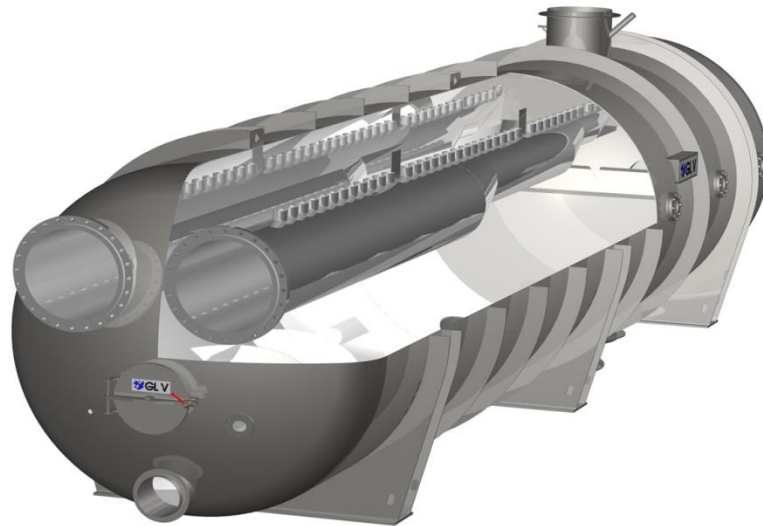


Figura 39 – Desarejador (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

3.3.8. Crivagem

Retira contaminantes ou aglomerados de fibras de maiores dimensões, promovendo a limpeza do fluxo fibroso. Contribui para a produção de papel com melhor formação. O processo é constituído por três crivos, com funcionamento em cascata.

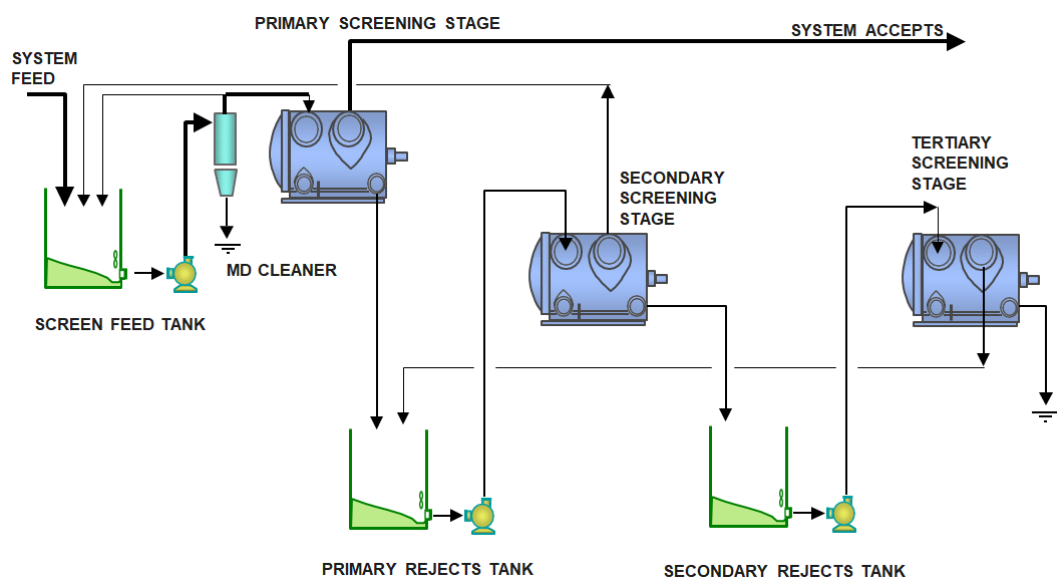


Figura 40 - Funcionamento da Crivagem (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

3.3.9. Refinação

A refinação é um tratamento mecânico das fibras entre duas barras em movimento, que modifica e desenvolve as fibras para melhorar as propriedades da folha de papel. Em suma, o seu objectivo é preparar as fibras para o fabrico de papel.

No fabrico de papel, podemos ter dois tipos de fibra, a curta, derivada essencialmente do eucalipto, e a fibra longa que corresponde à fibra de pinho. Na tabela seguinte estão identificadas as diferenças entre pasta refinada de eucalipto e de pinho.

Tabela 2 - Diferenças da Pasta refinada de eucalipto e pinho (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

	Eucalipto	Pinho
Energia específica de Refinação	110 kWh/ton	175 kWh/ton
Ganho de Índice de Tração	+ 28,6 N.m/g	+ 41,0 N.m/g
Ganho de Índice de Rasgamento	+ 3,1 m.N.m ² /g	- 4,3 m.N.m ² /g

Um aumento de refinação, tem efeitos ao nível da máquina de papel, nomeadamente na redução da drenagem do papel, redução da secura à saída das prensas, que por sua vez implica a um aumento do consumo de vapor na secaria. Porém ao aumentar a refinação de pasta, melhora a condução da folha de papel na máquina.

Os refinadores podem ser de dois tipos, podem ser refinadores de discos, e refinadores cónicos.



Figura 41 - Refinador de discos (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)



Figura 42 - Refinador cónico (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

O resultado da refinação é influenciado pela matéria-prima, equipamento e processo. A matéria-prima influencia devido à origem e espécie de madeira usada, e também a forma como é feito o processo de cozimento e branqueamento da pasta. O equipamento influencia devido ao tipo e configuração do refinador, a sua velocidade e direcção de rotação, bem como a geometria das barras. As condições processuais afectam o resultado da refinação, dependendo assim do pH, temperatura, pressão e caudal da pasta, bem como a sua consistência à chegada aos refinadores.

A configuração dos refinadores pode ser de dois tipos, em paralelo, ou em série.

Tabela 3 - Configuração dos refinadores (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

	Série	Paralelo
Esquema		
Características	• Tratamento da fibra mais forte • Poucos impactos • Maior intensidade • Menor investimento	• Tratamento da fibra mais suave • Muitos impactos • Menor intensidade • Maior investimento

A geometria das barras pode influenciar o resultado da refinação. Na figura abaixo pode se verificar o perfil das barras de refinação, em que o valor “A” diz respeito à largura da barra, o “B” é a largura da ranhura, e o “C” é altura da barra e da ranhura.

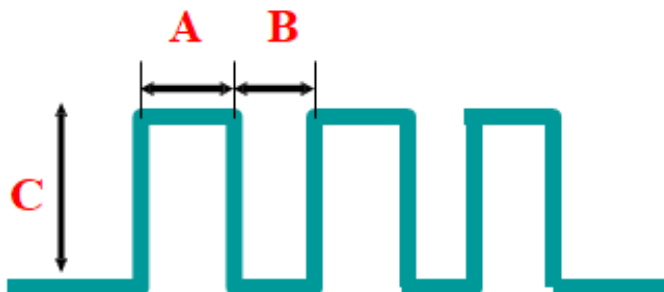


Figura 43 - Geometria das barras de refinação (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

O ângulo das barras irá também influenciar o resultado da refinação, como se pode ver na figura seguinte, à medida que aumentamos o ângulo, existe maior fibrilação e hidratação das fibras, e quando o ângulo das barras desce, o corte das fibras aumenta. A largura das ranhuras das barras também influenciam, de forma a que para fibras longas, normalmente usam-se larguras maiores, e para fibras curtas, as larguras das ranhuras são mais baixas.

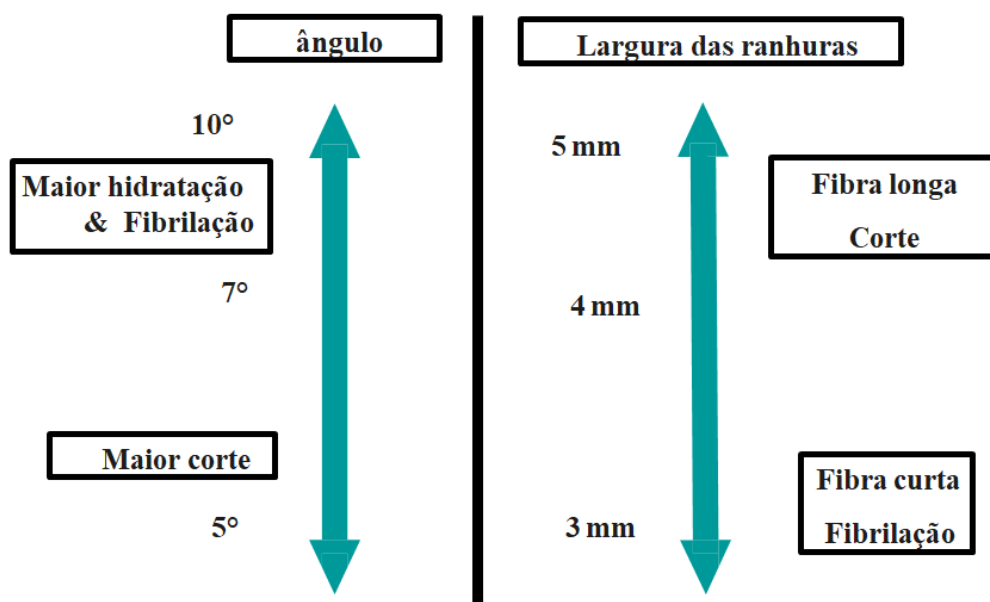


Figura 44 - Influência da geometria das barras na refinação (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

As condições processuais da pasta têm o seguinte efeito no resultado final da refinação das fibras:

Tabela 4 - Efeitos das condições processuais na refinação (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

Operação		Efeito	
↑	pH	↑	Fibrilação
↑	Temperatura	↑	Corte
↑	Pressão	↑	Hidratação da fibra
↑	Dureza da água	↑	Energia de refinação
↑	Consistência	↑	Tempo de vida das barras
		↑	Fibrilação
		↓	Corte Pinho (3 – 4%)
		↓	Corte Eucalipto (4 – 5%)
↑	Produção	↓	Tempo de residência
		↑	Energia de refinação

A intensidade específica de aresta é um parâmetro de optimização da refinação, e varia com o tipo de fibra usada para o processo de fabrico. Abaixo pode verificar valores de intensidade específica de aresta de diferentes tipos de fibra.

Tabela 5 - Intensidade específica de aresta de várias Fibras (Trainees PAPEL, *The Navigator Company*, 2019)

Tipo de fibra	Intensidade específica de aresta
Softwood (pinho nórdico)	1,5-2.0 J/m
Softwood, strong (pinho América do Sul)	4.0-6.0 J/m
Hardwood, weak (eucalipto)	0.3- 0.7 J/m
Hardwood, strong (bétula)	0.8-1.5 J/m
Recycled fiber, weak	0.4-2.0 J/m
Recycled fiber, strong	2.0-4.0 J/m
Post refining of mechanical pulps	0.7-1.5 J/m
Reject refining in chemical pulp mill	0.5-2.0 J/m

Recorrendo à página web da empresa, é possível encontrar uma ilustração animada de todo o processo produtivo do papel, bastando para isso aceder ao endereço url:

<http://www.thenavigatorcompany.com/Pasta-e-Papel/Papel/O-Processo-Produtivo-do-Papel>

4. Preparação Mecânica na PM2

Como já foi dito em capítulos anteriores, o estágio teve lugar na *The Navigator Company*, no complexo industrial da Figueira da Foz, na secção da Engenharia de Manutenção, mais concretamente no cargo de preparador de trabalhos de manutenção de natureza mecânica da Máquina de Papel nº 2.

As principais responsabilidades de um preparador de trabalhos, baseia-se em garantir o bom funcionamento dos equipamentos e das instalações que lhes são confiadas. Tem de garantir que os planos de manutenção sistemáticos dos equipamentos estão de acordo com as boas práticas da empresa, bem como, distribui-los para a Manutenção Local nos períodos indicados. Tem de ter a destreza de, quando os planos de manutenção já não se adequarem à realidade, como por exemplo a sua periodicidade, de sugerir a sua alteração e em caso positivo, alterar esses planos de manutenção. No caso de nos planos sistemáticos ser necessário empresas externas para a sua execução, o preparador deverá de entrar em contacto com essas empresas e organizar todos os detalhes para que os trabalhos se realizem em tempo útil, e em segurança.

O preparador deve ter em conta os equipamentos que necessitem de licenciamentos periódicos, bem como equipamentos sob pressão, válvulas de segurança, testes de carga a pontes rolantes, entre outros. Deve entrar em contacto com as empresas creditadas para o efeito e agilizar todo o processo com a Manutenção Local, que irá acompanhar os trabalhos e garantir que são feitos em segurança e dentro dos prazos acordados. Deve também assegurar que a produção tem conhecimento destes trabalhos a serem realizados através de informação antecipada por e-mail, e nos dias da intervenção, deve haver documento assinado por todos os intervenientes dos trabalhos, e ser assinado também quando for dado o término dos trabalhos.

No caso das máquinas de papel da Figueira da Foz, estas têm paragens programadas a cada sete semanas. Essas paragens servem para mudar a vestimenta (telas, teias e feltros), serve também para realizar lavagens nos equipamentos, e também servem para realizar alguns trabalhos de manutenção que se possam encaixar dentro do tempo de paragem, que no caso da PM2, ronda as 15 horas por paragem programada. Neste caso, o preparador tem de, em colaboração com a produção e a manutenção local identificar os trabalhos de manutenção necessários para além dos que são sistemáticos a todas as paragens. Tem também de se certificar se esses trabalhos propostos são exequíveis dentro dos tempos atribuídos, e em caso afirmativo, deve realizar toda a preparação de trabalhos para a sua execução.

Essa preparação inicia-se com a identificação do problema, que pode ser identificado pelo próprio preparador, quando este está a fazer a sua ronda pelos equipamentos, pode ser identificado pela produção, caso esse problema afete o processo de fabrico do papel, pode ser identificado pela manutenção local durante as suas rondas ou tarefas do dia-a-dia pela área, e por fim pode ser identificado pelos diversos sistemas on-line espalhados pela máquina, como por exemplo, na análise de vibrações, temperaturas e ruído.

Identificado esse problema, o preparador tem de o inserir em sistema, para que todas as avarias e trabalhos fiquem registados na base de dados, bem como os custos que essas avarias têm, para posterior análise.

Após haver uma ordem de trabalho no sistema da companhia, seguem-se as avaliações, como por exemplo, dos componentes necessários, dos trabalhos a serem feitos, dos recursos necessários para o efeito, e do tempo necessário.

No caso de serem necessários componentes habitualmente em stock no armazém da companhia, são elaboradas as reservas desses materiais necessários. Essas reservas podem ser feitas pela manutenção local, ou pelo próprio preparador.

No entanto, caso sejam necessários componentes, ou até mesmo equipamentos, que não seja suposto ter em stock, o preparador tem de reunir todas as informações sobre o componente, como por exemplo, desenhos, nº de série, características técnicas, e condições de serviço. De seguida terá de lançar a consulta a pelo menos três fornecedores para a aquisição desse componente/equipamento. Após a aquisição do equipamento e chegada ao armazém da companhia, o preparador deve garantir que a carga chega em boas condições e que vem de acordo com o pedido.

No caso dos recursos necessários para a elaboração dos trabalhos, o preparador terá de, junto com a manutenção local, certificar-se que os trabalhos podem ser realizados com os recursos humanos internos. Em caso negativo, o preparador terá de garantir os recursos humanos com as capacidades necessárias para a realização dos trabalhos. Por vezes, o fornecedor que fornece o material, também está habilitado para a realização dos trabalhos, e nesse caso, na consulta lançada para fornecer os componentes, também deverá estar incluída a sua instalação. Não sendo esse o caso, terá de ser feita outra consulta, também a pelo menos três prestadores de serviço para a realização dos trabalhos.

O preparador terá de realizar o planeamento dos trabalhos, com todas as tarefas a serem realizadas. Terá de ter em conta os aspectos de segurança, como montagem de andaimes, drenagem e despressurização de linhas, o tempo de limpeza dos locais de trabalho, bem como, o tempo de espera para existir condições para os trabalhadores poderem realizar os trabalhos em segurança, como por exemplo, em espaços com atmosferas perigosas ou em ambientes térmicos adversos. Por vezes, derivado à natureza dos trabalhos, e ao tempo disponível para a realização dos mesmos, poderá ser necessário ter várias equipas a trabalhar em simultâneo, ou em caso de não ser possível, o preparador deverá equacionar a hipótese de agendar

esse tipo de trabalhos para a paragem orçamentada, que se realiza de dezoito em dezoito meses, tendo nessa paragem cerca de uma semana de disponibilidade da máquina.

Alguns trabalhos, devido a serem mais demorados e complicados a nível de logística, essa paragem orçamentada será mesmo a única janela de oportunidade para a realização dos mesmos. O preparador terá de garantir que esses trabalhos são realizados nessas paragens, tendo de preparar todos os pormenores até essa data.

Por vezes existem paragens não planeadas, por diversas razões infelizes. Nesse caso, o preparador e a manutenção local, devem ter uma lista de trabalhos preparada, que possa ser realizada durante esse período de paragem.

A pandemia veio condicionar muito a maneira como nos relacionamos, levando ao fecho de muitas instituições que são grandes consumidoras de papel por todo o mundo, como escolas, tribunais, etc, levando à diminuição abrupta do consumo de papel para escrita e impressão. Por outro lado, houve um aumento significativo do papel tissue. E por isso a companhia foi obrigada a ajustar a sua produção, tendo mesmo de efectuar paragens comerciais em algumas máquinas de papel, tendo sido a PM2 da Figueira da Foz uma das máquinas a parar durante o primeiro confinamento da pandemia, que coincidiu durante o estágio. Apesar de a pandemia ter obrigado a grandes restrições a nível de trabalhos na companhia, foi também uma grande oportunidade, devido à paragem comercial, de realizar trabalhos de manutenção, que de outra forma seria impossível de realizar, devido à disponibilidade da máquina. Sendo assim, foram criadas as condições sanitárias e de segurança para se realizarem esses trabalhos, que de outra forma, não se conseguiam realizar.

4.1. Grande reparação do accionamento do 7º Grupo da secaria

A intervenção no accionamento do 7º Grupo secador deveu-se a um acidente que ocorreu na última paragem anual, em Setembro de 2019. Segundo o relatório de ocorrência, no arranque da máquina, um dos rolamentos do grupo danificou-se, entrando em deterioração dentro da caixa redutora, provocando mesmo um pequeno incêndio. Na altura, teve de se substituir os rolamentos, e as rodas dentadas danificadas da redutora, bem como proceder à limpeza de todas as limalhas e fazer o “flushing” ao circuito de óleo. De seguida procedeu-se à análise das outras rodas dentadas que fazem parte da caixa redutora, e também à roda dentada do cilindro secador que faz o accionamento do 7º grupo completo. Dessa análise, resultou que tanto a roda dentada do cilindro, como mais duas rodas dentadas da caixa redutora, bem como os respectivos rolamentos se encontravam em condições de operar sem problemas. Mais tarde, já com a máquina em produção, e de acordo com relatórios

de análises de vibrações do sistema on-line, o grupo apresentava valores de vibrações ligeiramente acima dos aceitáveis, mas sem a necessidade de intervenção.

Contudo, chegando à paragem comercial, que inicialmente iria decorrer por pelo menos um mês, colocou-se em cima da mesa, intervir no grupo, uma vez que seria a altura ideal de substituir a roda dentada do cilindro secador, e trocar a caixa redutora principal do grupo, devido à complexidade do trabalho.

A equipa de Engenharia de Manutenção, em conjunto com a Manutenção Local, começou a verificar a hipótese de intervir no grupo durante a paragem comercial, e a preparação de trabalho teve início com a verificação da existência em armazém de todos os materiais de reserva que seriam necessários para proceder à reparação do accionamento do grupo, principalmente, rolamentos, veios, a caixa redutora, e as rodas dentadas. Tendo sido verificado que haveria todos os materiais em stock, e os que não havia, se conseguiam fazer chegar em tempo útil, seguiu-se a procura de uma equipa especializada vinda do exterior para realização dos trabalhos. Aqui foi onde se verificou a maior dificuldade, visto a época ser de pandemia e confinamento total, mas ainda assim conseguiu-se uma equipa devidamente preparada para este tipo de trabalho. Logo de seguida, e devido à complexidade do trabalho, e ao facto de termos de desmontar uma grande parte da máquina na zona da Pré-secaria para poder intervir no 7º grupo, e como normalmente é habitual neste tipo de intervenções, foi solicitada a permanência de um técnico altamente especializado a representar o fabricante da máquina, garantindo assim que todas as tarefas eram realizadas de acordo com as instruções do fabricante. Esta parte, mais complicada, uma vez que as fronteiras estavam fechadas devido ao confinamento, nenhum técnico estrangeiro poderia vir acompanhar os trabalhos. Felizmente havia um técnico português da empresa VOITH que tinha disponibilidade para estar presente.

No entanto, haveria uma série de procedimentos novos a serem realizados antes de se iniciarem os trabalhos, devido à pandemia, um deles era a realização de um teste Covid, e após resultado negativo, tinham autorização para entrar no complexo industrial. Outra condicionante era ter de haver duas equipas a trabalhar em horários desfasados, para coincidir com os horários que foram estipulados para os colaboradores da empresa durante a pandemia, e esses horários era dividir a equipa a meio, e uma entrava às 07h00, e saía às 13h45; para que a segunda equipa pudesse entrar às 14h15, e sair às 21h00. Desta forma seriam menores os contactos entre trabalhadores.

Antes de serem iniciados os trabalhos, o preparador de trabalho, tem de avaliar todos os riscos inerentes aos mesmos, em conjunto com a manutenção local e o empreiteiro que realizará os trabalhos, e elaborar o documento de segurança, que mencione todos esses riscos, e a forma de os eliminar, para evitar acidentes de trabalho. Esse documento, chamado FPAT, tem como objectivo dar a conhecer aos intervenientes do trabalho, todos os riscos na realização dos mesmos.

Passando a parte burocrática, de extrema importância, dá-se a preparação dos trabalhos no local, nomeadamente, reunir todas as peças de reserva necessárias para o trabalho, e verificação do seu estado. Reúnem-se também todas as ferramentas necessárias para os trabalhos e colocam-se junto do local.

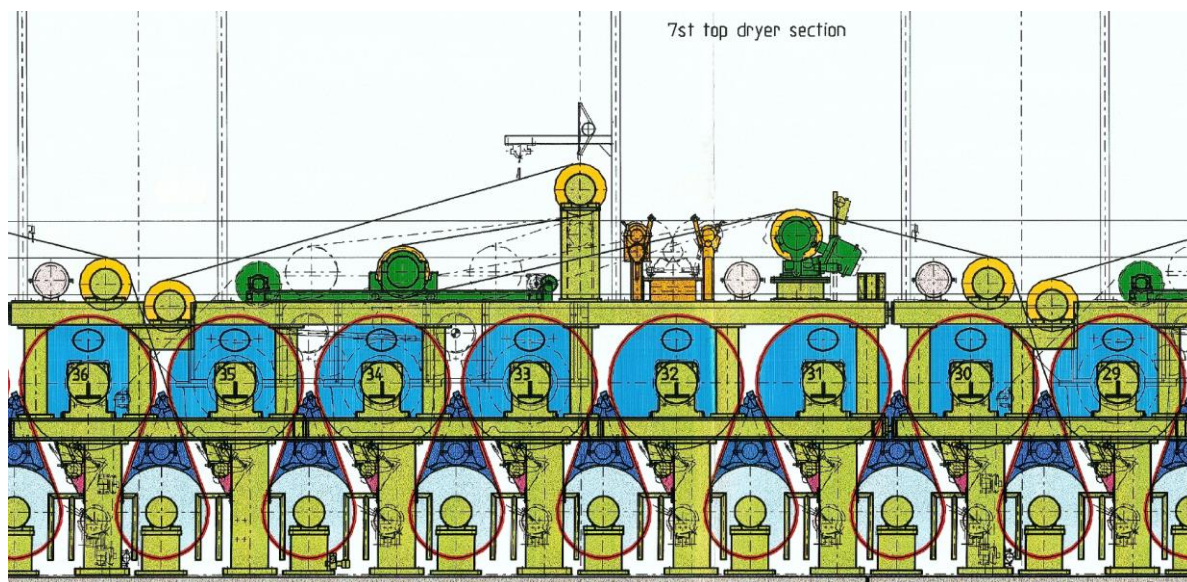


Figura 45 - 7º Grupo Secador da PM2 (Desenho nº1.25-7040, The Navigator Company, 1999)

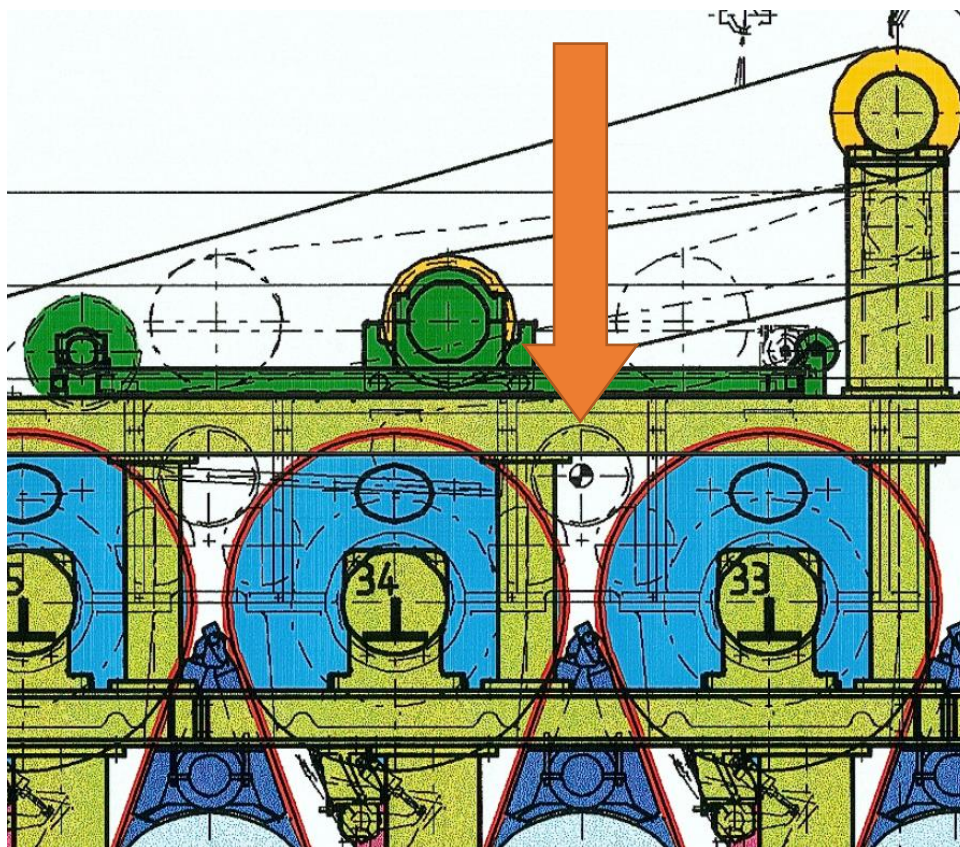


Figura 46 - Pormenor do accionamento do 7º Grupo da PM2 (Desenho nº1.25-7040, The Navigator Company, 1999)

Os trabalhos no local são iniciados com elementos da produção a remover a tela do 7º Grupo para que as equipas possam trabalhar livremente, uma vez que necessitam de suspender os cilindros secadores nº 33 e nº 34, que são os cilindros que se encontram ligados à caixa redutora.



Figura 47 - Remoção da Tela do 7º Grupo.

De seguida, é necessário proceder à consignação do accionamento do grupo, bem como consignação de todo o circuito hidráulico e de vapor inerente ao grupo a ser intervencionado. A consignação é um termo usado internamente, e serve para garantir que nenhum equipamento a ser intervencionado é colocado em marcha inadvertidamente. Após consignação é feita prova de arranque, para garantir que todos os equipamentos estão devidamente consignados.

De seguida, é já com o grupo secador arrefecido, entra a equipa de montagem de andaimes. Os andaimes são colocados estrategicamente, para que se tenha um acesso em segurança a todas as áreas a intervencionar. Por vezes, é necessário fazer desmontagem e montagem de andaimes durante o decorrer dos trabalhos, para facilitar a movimentação de cargas pesadas durante os trabalhos.

Segue-se a desmontagem de toda a tubagem de vapor e condensado, mangueiras e tubos hidráulicos, cabos eléctricos e sensores da zona envolvente.

De seguida, procede-se à desmontagem das juntas rotativas dos cilindros secadores nº 33 e nº 34, desmontagem do veio de transmissão acoplado ao redutor de accionamento, remoção do tecto e condutas de ventilação da capota da secaria para facilitar a suspensão dos cilindros secadores, e a retirada de peças de maior dimensão através da ponte rolante. Remove-se o rolo tensor e o sistema de tensionamento da tela que se encontra por cima das caixas redutoras do grupo.



Figura 48 - Remoção dos componentes inerentes à caixa redutora.

Segue-se a desmontagem da parte superior da caixa redutora, dividida em três partes, sendo o centro a parte principal da caixa redutora, que é onde se encontram acopladas três rodas dentadas, que por sua vez engrenam nas rodas dentadas dos cilindros secadores nº 33 e nº34.

Originalmente, o cilindro nº 34 não tinha roda dentada, rodando através do movimento da tela. Quer isto dizer que a caixa redutora apenas fazia engrenamento ao cilindro nº 33. Mas uma vez que a máquina foi desenhada com a hipótese de a caixa redutora poder engrenar os dois cilindros secadores, decidiu-se montar a roda dentada no cilindro secador nº 34, dividindo assim a potência gerada pelo motor de accionamento pelos dois cilindros secadores.

De seguida, é necessário subir e suspender o cilindro secador nº 33 para se poder retirar a roda dentada do lado do accionamento (DS). Terá de se abrir a chumaceira do lado da condução da máquina (TS) para se conseguir fazer subir o cilindro com recurso a cintas e diferenciais capacitados para o efeito, uma vez que só o cilindro secador pesa cerca de 17 Ton. Segue-se então a remoção da roda dentada com macacos hidráulicos concebido para retirar rolamentos e rodas dentadas de veios.



Figura 49 - Remoção da roda dentada do cilindro nº 33.

Apesar de a roda dentada ser para substituir por uma nova, a mesma foi submetida a uma análise para verificar se a mesma sofreu algum dano decorrido do acidente. A mesma não foi danificada, e assim, os danos causados pelo acidente foram apenas na parte central da caixa redutora.

Ao mesmo tempo que se desmonta a roda dentada do cilindro, seguem outros trabalhos, como por exemplo, a desmontagem dos veios e engrenagens da caixa redutora, bem como todos os rolamentos.



Figura 50 - Parte superior da caixa redutora.

Depois de serem removidas as engrenagens da caixa redutora central, foi feita uma inspecção à caixa, e verificou-se que o acidente provocou grandes golpes no interior da caixa. Optou-se por trocar por uma nova, uma vez que existia uma em armazém.



Figura 51 - Interior da caixa redutora.

Seguiu-se então a montagem de rolamentos novos na caixa central nova, operação feita na oficina geral da Navigator da Figueira da Foz, onde foram aproveitadas as rodas dentadas e os veios, uma vez que os mesmos tinham sido substituídos aquando do acidente (Setembro de 2019). Os rolamentos foram todos substituídos, apesar de também terem sido substituídos juntamente com os veios, decidiu-se substituir novamente os rolamentos, pois aquando da sua desmontagem existe uma grande probabilidade de se danificarem.

Já na máquina, e depois de realizar uma limpeza profunda na parte inferior da caixa redutora, nomeadamente limalhas que se encontravam no fundo, deu-se início à montagem das rodas dentadas nos cilindro secadores nº 33 e nº 34, sendo para isso necessário suspender novamente os mesmos. Recorreu-se novamente aos macacos hidráulicos para se aplicar a roda no veio do cilindro secador.

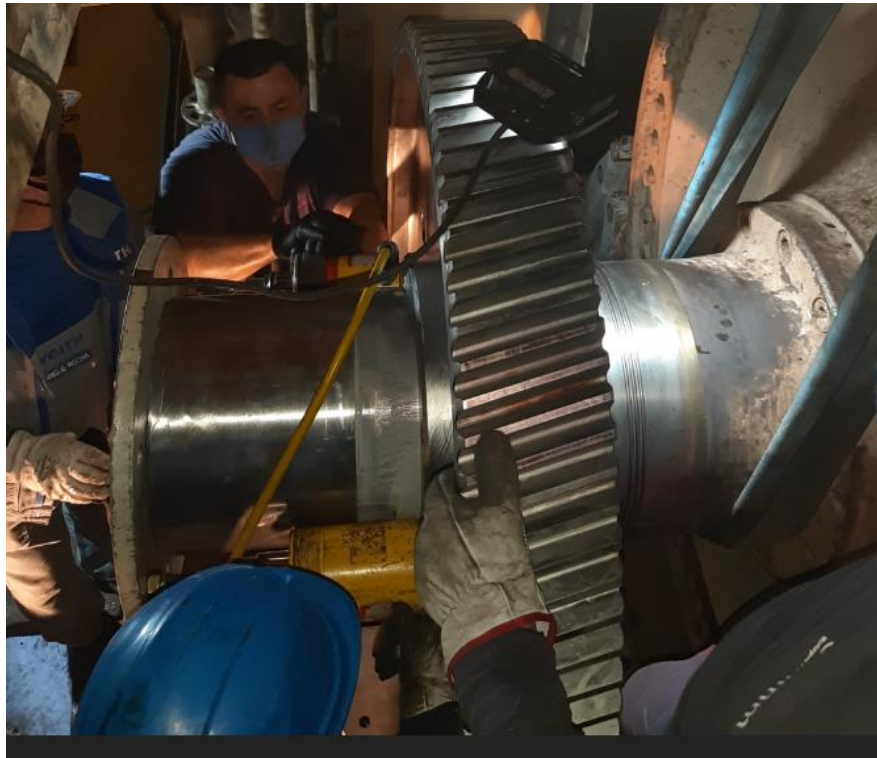


Figura 52 - Montagem roda dentada no cilindro secador.

Uma vez que os rolamentos dos cilindros secadores do lado do accionamento foram danificados ao serem removidos, os mesmos tiveram de ser substituídos.

Seguiu-se finalmente a montagem da parte superior da caixa redutora, juntamente com as tampas.



Figura 53 - Montagem da caixa redutora.

De seguida foram instalados todos os componentes removidos para dar acesso à caixa redutora, bem como as juntas rotativas dos cilindros secadores e veio de transmissão.



Figura 54 - Montagem dos componentes do grupo secador.

Por fim, foram ligadas todas as tubagens e mangueiras hidráulicas, bem como todos os cabos e sensores eléctricos. A caixa redutora foi toda pintada com tinta de alta temperatura. Por fim foram desmontados os andaimes, procedeu-se à desconsignação de todo o grupo, incluindo central de lubrificação.



Figura 55 - 7º Grupo totalmente montado.

Finalmente, o grupo foi colocado em funcionamento, e ficou a rodar sem a tela algum tempo para despiste de alguma anomalia, o que não se verificou. Sendo assim, a produção pode recolocar a tela no grupo, tencioná-la e o grupo voltou a rodar para nova avaliação.

Esta intervenção durou cerca de 10 dias, mesmo com todas as condicionantes impostas devido à pandemia. Felizmente ocorreram sem acidentes.

Reforço a importância de se ter realizado este trabalho nesta paragem comercial, pois não seria possível numa paragem anual, numa janela de cerca de cinco dias, quando temos centenas de trabalhos em simultâneo, e sempre com trabalhos na mesma zona, impossibilitando o livre movimento das equipas, uma vez que não é possível estarem trabalhos diferentes a decorrer na mesma área, por questões de segurança. Outra grande condicionante nas paragens anuais é a disponibilidade das pontes rolantes, uma vez que as mesmas estão a operar em outros trabalhos praticamente as 24 horas diárias.

Resumindo, foi uma oportunidade única para renovar o accionamento completo de um dos grupos secadores, tarefa que apenas tinha sido realizada uma vez em mais de vinte anos que a máquina está em funcionamento.

Até à data, o 7º Grupo tem sido monitorizado no sistema on-line diariamente, e não mostra sinais de vibração nem temperatura fora dos parâmetros normais.

4.2. Grande reparação da Ponte rolante da Zona Seca da PM2

A grande reparação da ponte rolante da zona seca da PM2 seria outro grande trabalho a realizar durante a paragem comercial da PM2, pois seria uma oportunidade única.

Aqui os trabalhos incidiam principalmente na substituição das oito rodas principais da ponte rolante. A dificuldade dos trabalhos, era que devido ao desenho da ponte rolante, estas rodas não podiam ser substituídas com a ponte no local, ou seja, a única forma de substituir as rodas, era fazer descer o carro onde elas estão acopladas, substituí-las e voltar a elevar o carro para o montar na ponte rolante. Como a ponte rolante é de fabrico bi-viga, a mesma é constituída por quatro carros, ou seja, este processo teria de ser repetido por quatro vezes.

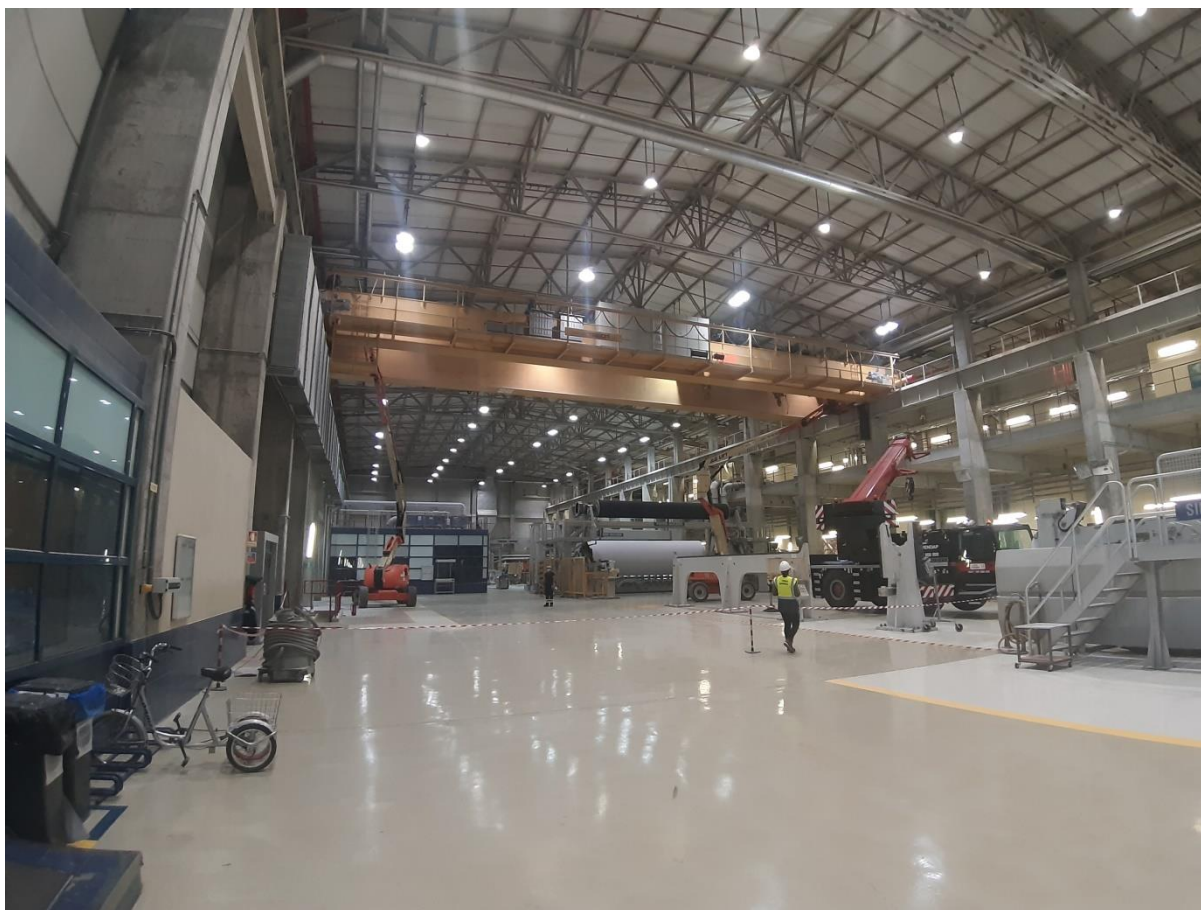


Figura 56 - Ponte Rolante da Zona Seca da PM2.

A necessidade de realizar esta substituição resultou de uma das inspeções mensais que a manutenção faz a esta ponte rolante. Numa dessas inspeções também se verificou que os carris do caminho da ponte se encontravam em mau estado, e por isso procedeu-se também à preparação dos trabalhos para substituir alguns metros de carris, bem como substituir uma grande parte dos parafusos que fixam os carris à viga.

Esta intervenção já estava adjudicada há alguns anos, inclusive os materiais já tinham sido fornecidos. Porém, este trabalho tem sido adiado devido à dificuldade de se colocar dentro do plano das paragens anuais, porque como já foi dito antes, as pontes rolantes estão sempre a operar durante as paragens.

Foi então contactado o fornecedor para uma reunião com a Engenharia de Manutenção, para saber a sua disponibilidade de realizar estes trabalhos antes da grande intervenção no accionamento do 7º Grupo, pois a ponte rolante seria necessária nessa intervenção. Foi também analisado com o fornecedor os meios necessários para a realização dos trabalhos, sendo que seria necessário o aluguer de meios de elevação, tanto de pessoas, como de cargas.

Posto isto, foi feita uma consulta a três fornecedores de meios de elevação, nomeadamente para o aluguer de duas plataformas eléctricas e articuladas com alcance de 15 metros de altura, e de uma grua com capacidade de 40 Ton.

Antes de se começarem os trabalhos, foram garantidas todos os procedimentos de segurança à semelhança do trabalho do accionamento do 7º Grupo, mas devido a este trabalho ser na maioria realizado em altura, e de ter movimentação de cargas pesadas, foi exigido um técnico de segurança da parte do empreiteiro, durante a realização de todos os trabalhos.

Como a ponte rolante da zona húmida continuava a operar, e esta anda sobre os mesmos carris da ponte rolante da zona seca, foi necessário alterar a posição dos fins de curso da ponte, para não colidirem uma com a outra.

Aqui a estratégia para a realização dos trabalhos passaria por alinhar uma das vigas da ponte ao pilar do edifício, onde previamente foi aparafusada uma estrutura metálica que suportará a viga aquando a remoção do carro correspondente.

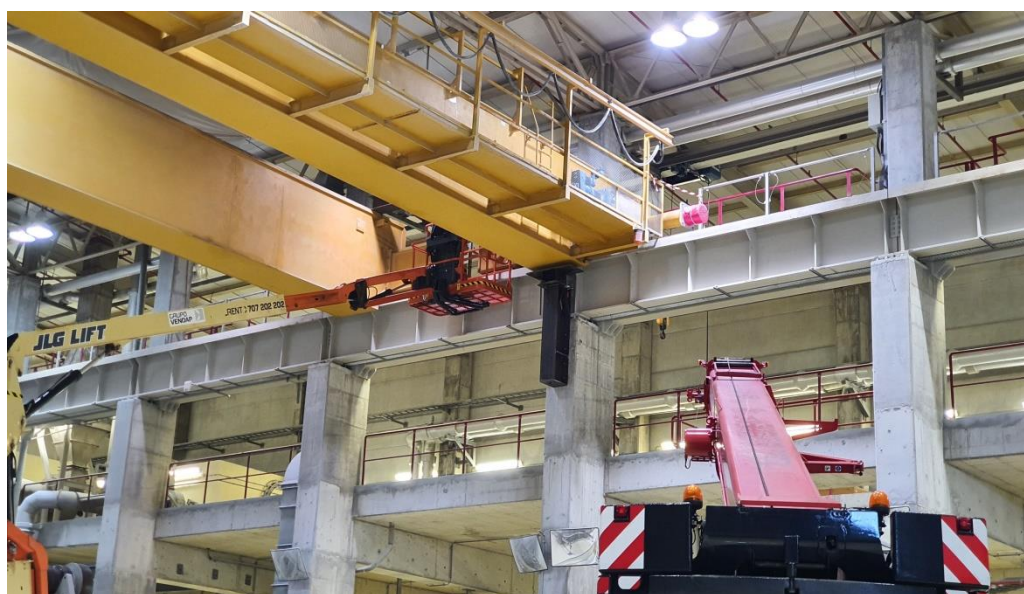


Figura 57 - Remoção do carro da ponte rolante da zona seca.

Após a viga da ponte rolante estar alinhada com a estrutura metálica aparafusada no pilar, por intermédio de macacos hidráulicos faz-se suportar a viga, e de seguida pode-se remover o primeiro carro, com auxílio da grua. O carro é depois levado para o armazém de rolos da PM2, que é onde se dão os trabalhos de substituição das rodas.



Figura 58 - Remoção das rodas do carro da ponte rolante.

Após a remoção das rodas do primeiro carro, constatou-se que as caixas dos rolamentos apresentavam algum desgaste e ovalização no seu diâmetro, pelo que foi discutida a hipótese de intervir no carro através de enchimento da caixa e rectificação. Uma vez que havia tempo disponível para a realização desse trabalho, ainda que tivesse de ser feito nos quatro carros, decidiu-se avançar com essa reparação.



Figura 59 - Caixa dos rolamentos com desgaste.

Foi então enviado o carro para uma empresa cliente da Navigator especializada neste tipo de reparações.

Enquanto isso, a equipa achou por bem não retirar o próximo carro, pois a viga ficaria totalmente suspensa nas estruturas metálicas aparafusadas nos pilares. O plano era retirar um carro de cada vez, e só se retirava o seguinte após montagem do anterior.

No entanto, para a equipa não estar parada, deu-se início à substituição dos carris, e dos parafusos de aperto dos carris à viga do caminho da ponte, enquanto esperava pela rectificação do carro.

Quando este chegou, pode-se dar início à montagem das rodas novas, e de seguida à montagem do carro na viga da ponte rolante com ajuda da grua.

Este processo foi repetido por mais três vezes, incluindo a reparação das caixas dos rolamentos de todos os quatro carros.

Finalizada a intervenção na ponte rolante, foi a vez de terminar os trabalhos de alinhamento dos carris da ponte rolante, testes de movimento e foram dados os trabalhos como terminados.

4.3. Pinturas no chão do piso da máquina de papel

Segue-se agora um trabalho sistematicamente adiado devido à falta de disponibilidade da máquina, que diz respeito às pinturas do chão no piso da máquina. Este trabalho também já estava adjudicado há alguns anos, mas não tem sido possível colocar nos planeamentos das paragens, uma vez que só de tempo de secura da tinta são necessários três dias, e para não falar que ninguém podia passar nessa zona durante esse tempo, logo impossibilitava qualquer outro trabalho na mesma área durante esse tempo.

Uma vez que a paragem comercial se prolongou por mais quatro semanas, este trabalho foi logo colocado em cima da mesa, uma vez que já tinham sido feitos praticamente todos os trabalhos nas primeiras quatro semanas nas zonas a pintar. Os trabalhos iniciaram-se logo com uma reunião entre manutenção e produção para delinear as áreas a pintar. A grande área a pintar seria na zona da calandra e enrolador, e também o corredor de operação pelo comprimento todo da máquina. Foi também decidido que se pintaria com tinta anti derrapante nesse corredor dentro da máquina, cerca de um metro de largura. Desta forma reduzimos os riscos de queda dos operários quando estão nas operações de lavagens da máquina, ou até mesmo na zona húmida que tem sempre muita água e o piso é constantemente escorregadio.

Seguiu-se o contacto com o empreiteiro para saber da disponibilidade de realizar os trabalhos durante as próximas duas semanas, e após resposta positiva, seguiram-se as preparações, como por exemplo toda a documentação de segurança, e medidas sanitárias implementadas pela empresa durante a pandemia.

Os trabalhos começaram com a marcação do espaço a pintar, e de seguida foi isolado esse espaço para que ninguém pudesse inadvertidamente pisar o piso.

Depois deu-se a remoção da tinta nas zonas a pintar, e no caso de haver alguns buracos mais fundos causados por queda de objectos pesados, colocou-se uma argamassa para alisar o piso, para depois poder receber a tinta nova.

Por fim deu-se a pintura das zonas com tinta própria para pisos industriais, sendo que depois aplicou-se uma camada anti derrapante nas zonas seleccionadas.

Seguem-se algumas fotos do antes e depois das pinturas.



Figura 60 - Zona Húmida antes da pintura do piso.



Figura 61 - Zona Húmida depois da pintura do piso.



Figura 62 - Zona do Enrolador antes da pintura do piso.



Figura 63 - Zona do Enrolador depois da pintura do piso.



Figura 64 - Zona da Calandra antes da pintura do piso.



Figura 65 - Zona da Calandra depois da pintura do piso.

4.4. Grande reparação e revisão da SpeedSizer da PM2

A necessidade desta grande reparação surgiu depois de numa das inspecções sistemáticas nas paragens programadas da PM2, ainda no ano de 2019. Verificou-se que os pernos que fixam toda a estrutura principal da Speedsizer, e também os pernos que são chumbados à nave da máquina, e fixam o carril de alinhamento estavam em avançado estado de corrosão. Como se pode ver nas fotos abaixo, alguns dos pernos estavam mesmo soltos. Esta situação era crítica, uma vez que comprometia o alinhamento da máquina nesta zona, podendo mesmo ter consequências graves na produção de papel, uma vez que o correcto alinhamento dos rolos é de extrema importância para garantir a runnability da máquina.



Figura 66 - Estado dos parafusos da Speedsizer.



Figura 67 - Parafuso da Speedsizer solto.

Esta situação deveu-se essencialmente à zona em si, que coincide com a aplicação de amido e outros químicos no papel, e que atacam quimicamente o aço, daí praticamente toda a estrutura ser em aço inoxidável. Não se sabe bem a razão de o fabricante ter colocado parafusos em aço nesta zona, uma vez que a sua substituição é bastante complicada, admitindo mais tarde ter sido um erro na nossa máquina e que nas máquinas instaladas depois aplicaram parafusos em aço inoxidável.

Quando as fotos foram enviadas ao fabricante, o mesmo alertou de imediato que a máquina nem deveria estar a produzir papel, que tinha o risco da estrutura se mover e causar um acidente grave. Questionado o fabricante de como se poderia proceder à troca dos parafusos, o mesmo respondeu que a única hipótese era remover a estrutura toda da Speedsizer, uma vez que a cabeça do parafuso se encontra dentro do carril da máquina.

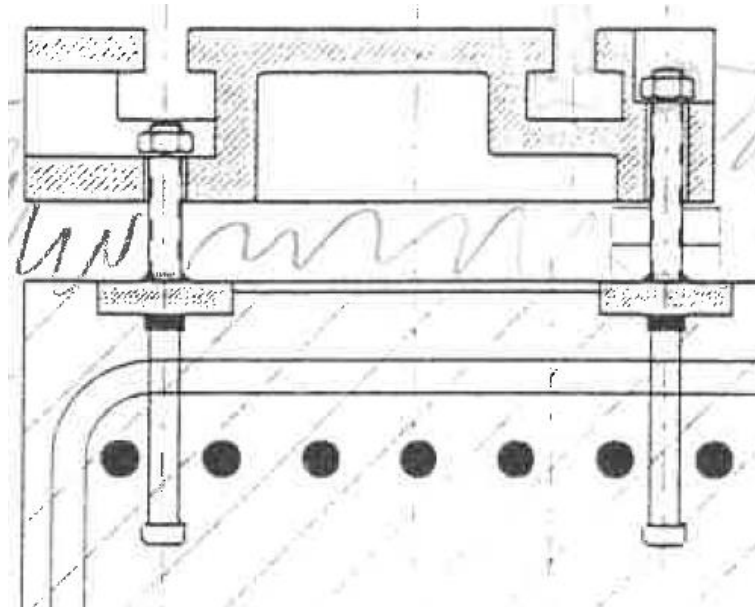


Figura 68 - Pormenor de fixação do carril (Desenho VOITH, 1999)

Logo se percebeu que seria pelo menos uma semana de intervenção, e esse tempo seria só possível numa paragem anual. Com a agravante de que seria necessária a ponte rolante da zona seca durante a semana completa, o que é impossível em paragens anuais.

A Engenharia de Manutenção começou desde logo a estudar uma solução imediata para a fixação da estrutura da Speedsizer, por forma a garantir a segurança e a continuidade de produção. Por isso foram desenhadas umas placas para soldar à estrutura da Speedsizer e fabricados uns pernos para fixar a estrutura através dessas placas.

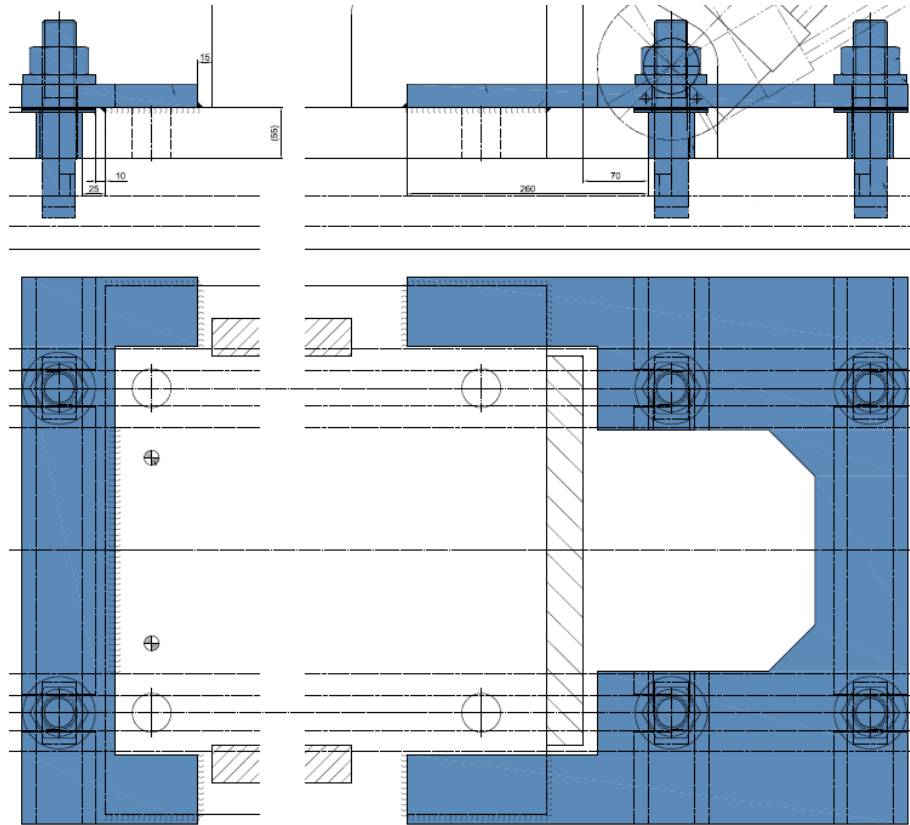


Figura 69 - Pormenor da placa de fixação da Speedsizer (Desenho nº 1239_002012_MTC_001, VOITH, 2019)



Figura 70 - Placa de fixação da estrutura da Speedsizer.

Esta solução foi encontrada por forma a evitar a desmontagem total da estrutura da Speedsizer, mas sempre com o intuito que seria uma situação provisória, e que os pernos por debaixo da estrutura, bem como dos pernos chumbados à nave teriam de ser substituídos assim que surgisse uma oportunidade, mesmo sabendo na altura que seria muito remota.

Mal se sabia que viria uma pandemia e colocaria a PM2 numa paragem comercial de cerca de dois meses, e aí surgiu a oportunidade ideal para realizar esta reparação, que embora pareça simples substituir uns simples parafusos, essa substituição implica a desmontagem completa da Speedsizer, operação que em mais de vinte anos de máquina nunca tinha sido feita.

Portanto, seguiu-se a preparação de trabalhos para a substituição dos pernos, e aproveitando que se iria desmontar o equipamento todo, aproveitou-se para realizar reparações que de outra forma seriam muito difíceis de as fazer devido à disponibilidade da máquina ser reduzida em paragens ditas normais.

Aproveitando o facto de estar nas instalações um técnico da VOITH para a reparação do accionamento do 7º Grupo, foi-lhe questionada a possibilidade de permanecer mais uma semana para acompanhamento e supervisão dos trabalhos de desmontagem, reparação e montagem da Speedsizer, o que aceitou prontamente. Foi também contratada a mesma equipa de mecânicos.

Deram-se início aos trabalhos de desmontagem da Speedsizer, e para isso foi necessário consignar todo o equipamento, quer electricamente, quer hidraulicamente, e também mecanicamente.



Figura 71 - Desmontagem da Speedsizer.

Antes da remoção da estrutura principal, deverão ser desligados todos os cabos e sensores eléctricos, bem como, todas as mangueiras. Desconectar os accionamentos dos rolos, e de seguida retirar os rolos da Speedsizer. Estes rolos serão substituídos por uns novos que estão de reserva, pois os que estão na máquina necessitam de ser rectificadados.

Segue-se a remoção dos aplicadores de amido, tarefa que só é possível com a ponte rolante.



Figura 72 - Remoção dos aplicadores de amido.

De seguida, pode-se então remover a estrutura da Speedsizer. A mesma é dividida em duas partes. Antes da remoção da estrutura, removeu-se todos os cilindros hidráulicos para não correr o risco de se danificarem.



Figura 73 - Remoção da estrutura da Speedsizer.

Com o equipamento todo desmontado, é agora altura para proceder à lavagem e limpeza de todos os componentes, e verificar a necessidade de substituir algum que esteja danificado ou em mau estado. Uma vez que a estrutura foi removida, pode-se agora avaliar o estado dos carris, por onde a Speedsizer é fixa e alinhada na máquina.

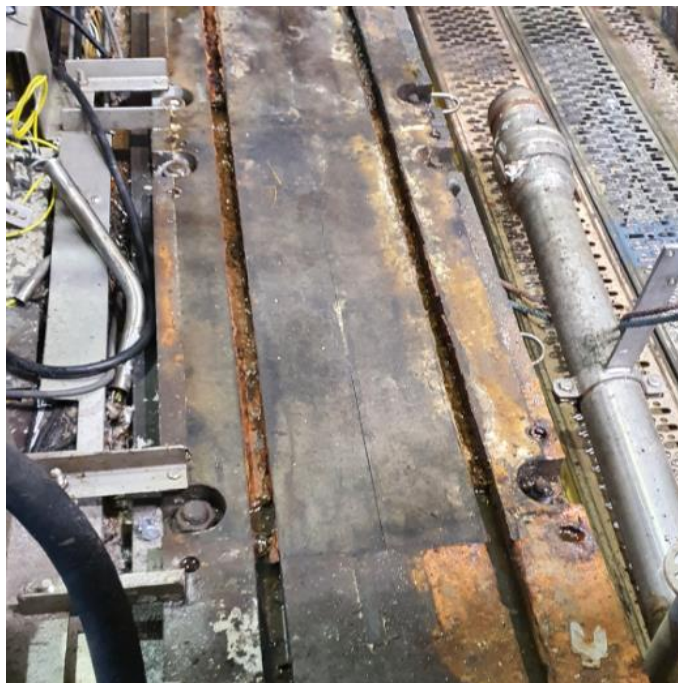


Figura 74 - Estado dos carris da máquina na Speedsizer.

Verificou-se que a viga estava corroída, e seria necessário aplicar um tratamento anti corrosão, e uma pintura. Em relação aos pernos que fixam os carris, uma vez que não era possível a sua remoção, uma vez que estão chumbados ao betão, decidiu-se rebaixar esses pernos, fazer um furo roscado no centro do perno, e roscar pernos novos em aço inoxidável.

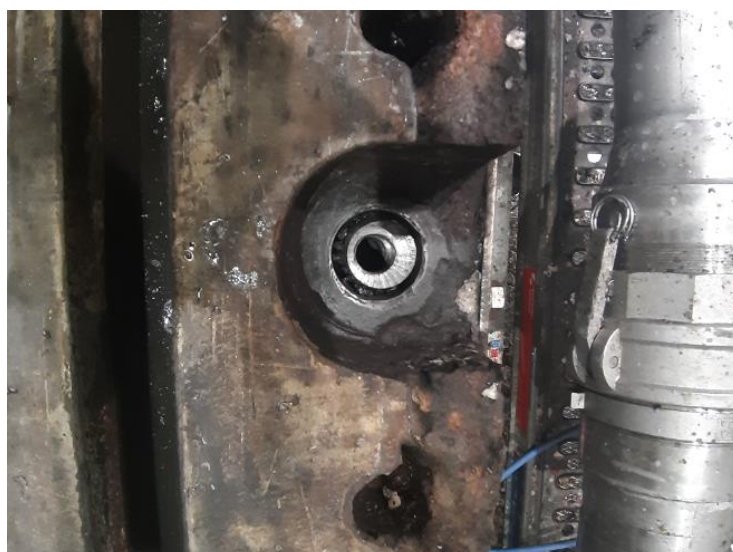


Figura 75 - Reparação dos pernos chumbados.

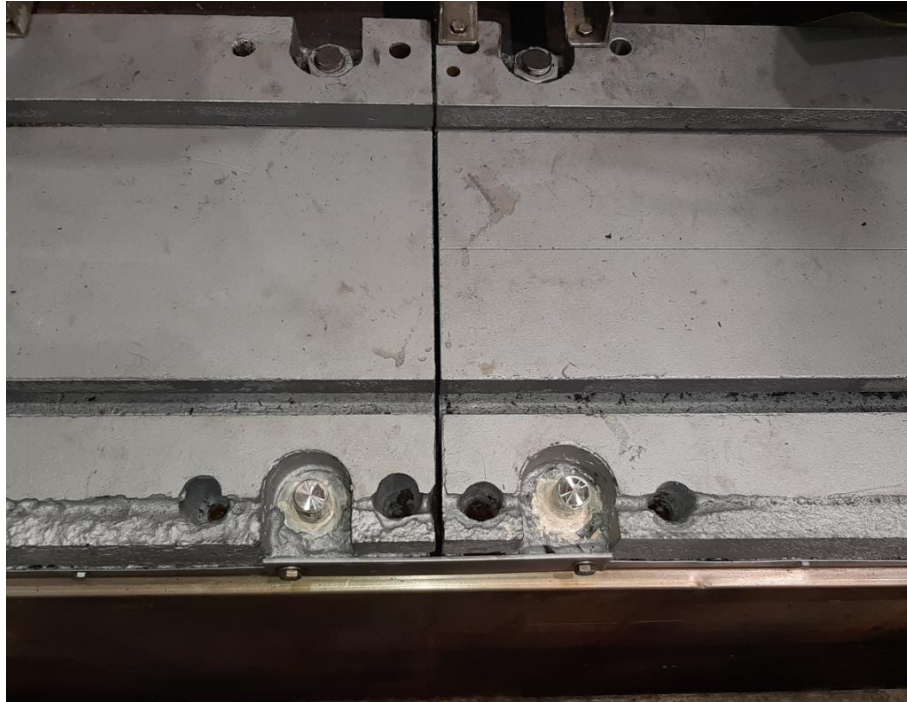


Figura 76 - Carris e pernos reparados.

Foram também alteradas as porcas de aperto dos carris e da estrutura da Speedsizer, com o intuito de minimizar a entrada de banho de amido para dentro da rosca, e que se alojasse no interior da rosca.



Figura 77 - Porca modificada.

Após a lavagem e limpeza de todos os componentes, a reparação e substituição de várias peças danificadas, segue-se então a montagem de todo o equipamento.



Figura 78 - Montagem da estrutura da Speedsizer.

Foi também substituído gradil e chapas que se encontravam corroídas, mas desta vez foi colocado em aço inoxidável, para diminuir a propagação da corrosão.



Figura 79 - Substituição de chapas com corrosão.

Foi também necessário intervir num suporte de um rolo que fica junto da Speedsizer. Este rolo apresentava bastante corrosão devido ao banho de amido a que está sujeito. Decidiu-se desenhar o suporte, uma vez que não havia desenho do mesmo, e fabricar um totalmente em aço inoxidável.



Figura 80 - Fabrico do suporte do rolo.

Após a montagem de todos os componentes, foram repostas as condições, e verificado o alinhamento dos rolos com a máquina de papel. O correcto alinhamento é crucial para garantir que a máquina produza papel, caso contrário, é impossível encaminhar o papel através da Speedsizer.

Procedeu-se à desconsignação dos equipamentos, e foi posta em marcha a Speedsizer para testes e verificação do seu bom funcionamento. Foram activados os circuitos de amido para verificação se os aplicadores estavam a aplicar o banho uniformemente. Resumindo fizeram-se todos os testes à excepção da passagem da folha de papel, que esse teste iria ser feito aquando do arranque da máquina.

Deram-se assim, os trabalhos como terminados.

4.5. Ensaios não destrutivos ao veio agitador dos tanques de PCC

Por fim será apresentado a preparação de trabalhos para uma inspecção anual feita aos veios agitadores dos tanques de PCC (carbonado de cálcio precipitado). Essa inspecção consiste a ensaios não destrutivos, nomeadamente a líquidos penetrantes no veio do agitador, a cerca de meio metro junto ao accionamento, onde são aplicadas maiores forças ao veio.



Figura 81 - Tanques de PCC.

A preparação de trabalhos inicia-se com o contacto à empresa certificada para a realização deste tipo de ensaios, para agendar a intervenção.

De seguida, reúne-se com a produção para fazer o planeamento da intervenção. Uma vez que estes tanques alimentam as duas máquinas de papel, e apenas a PM2 se encontra parada, a inspecção aos tanques terá de ser feita por fases.

Decidiu-se começar pelo tanque nº1, logo inicia-se a sua drenagem normal, por consumo de PCC para a PM1. Essa drenagem leva cerca de dois dias, e passo esse

tempo e o tanque nº1 estar finalmente drenado, procede-se à abertura do tanque para arejar o seu interior. Passadas umas horas, verifica-se as condições atmosféricas do seu interior, e caso seja aceitável, o chefe de turno responsável pela área dá a sua autorização para entrada em espaços confinados. Nos espaços confinados, sempre que existe alguém dentro do tanque é obrigatória a permanência de uma pessoa vigia à porta do tanque, em caso de acidente. Deve ser também medida a quantidade de oxigénio regularmente.

Antes da entrada no tanque, procede-se à consignação do motor de accionamento do veio agitador, bem como ao fecho das válvulas de entrada e saída de PCC para o tanque.

Reunidas todas as condições de segurança para a entrada do tanque, inicia-se o processo de montagem de andaimes no seu interior, para poder aceder à zona a inspeccionar.



Figura 82 - Montagem de andaime no tanque PCC.

Após a montagem do andaime e a sua aprovação, pode-se iniciar o processo de inspeção por líquidos penetrantes da zona requerida.

A inspeção por líquidos penetrantes visa a procura de fissuras no veio do agitador, tanto no veio em si, como nas soldaduras. O processo é iniciado com a limpeza da

zona a inspecionar com um solvente próprio para o efeito, e remove toda a sujidade e gordura da área aplicada. De seguida aplica-se em toda a zona, o líquido penetrante, de cor vermelha. Este líquido irá penetrar em qualquer fissura que exista. Após cerca de trinta minutos de espera, tempo necessário para o penetrante fazer o seu trabalho, é altura de limpar o líquido penetrante da área com um pano embebido de solvente de limpeza ou desengordurante. Após uma minuciosa limpeza, é altura de colocar o líquido revelador, de cor branca, que irá actuar sobre a peça, e caso exista alguma fissura irá revelar essa fissura, aparecendo a cor vermelha que indica que nessa zona o penetrante ficou alojado. No caso de haver fissuras, elas deverão ser visíveis dentro de trinta minutos.

Na figura abaixo pode ver um esquema de aplicação de líquidos penetrantes:



Figura 83 - Instruções aplicação líquidos penetrantes (END, 2021).

No caso do veio do tanque nº 1, o mesmo não apresentava qualquer fissura, sendo por isso dado indicações para se remover os andaimes e de seguida fechar o tanque. Depois foi dada indicação para desconsignar os equipamentos consignados, abrir todas as válvulas e proceder ao enchimento do tanque.

Após este estar a cerca de 70% da sua capacidade, deu-se início ao mesmo procedimento, mas desta vez no tanque nº 2.

Neste tanque foi detectada uma fissura, na soldadura junto ao acoplamento do redutor. Foi por isso mobilizada uma equipa para a sua reparação, que consiste em rebarbar a fissura a fim de perceber a sua magnitude. Após eliminação da totalidade da fissura, deve ser adicionado o material removido por processo de soldadura. Nesta caso, o material é um aço inoxidável AISI 316L, e por isso, o material de adição tem de ser igual.

Após eliminação da fissura, foi realizado nova inspecção por líquidos, não tendo revelado mais a fissura.

De seguida, e após terem sido removidos os andaimes de dentro do tanque, foram repostas as condições iniciais para o tanque nº 2, dando os trabalhos por terminados.

5. Acompanhamento de Projectos da *The Navigator Company*

O preparador de trabalhos acompanha e participa em certos projectos a serem realizados na sua área. Por vezes, dado o tamanho dos projectos, estes têm vários intervenientes, nomeadamente o gabinete de projectos, a equipa de Fiabilidade da Engenharia de Manutenção, o preparador de trabalho, e também a Manutenção Local da máquina.

De seguida serão discriminados dois projectos acompanhados durante o período do estágio. Apesar dos projectos ainda não terem sido executados, devido à complexidade dos mesmos, e a necessidade de aguardar por investimento para a realização dos mesmos, já se realizaram algumas preparações, nomeadamente, identificação das necessidades, contratação de empresa para elaboração do projecto, pedidos de consultas para a aquisição dos equipamentos e a realização dos trabalhos.

5.1. Melhoria das condições térmicas das naves da PM1 e PM2

Este projecto tem como objectivo definir uma solução para colmatar as deficientes condições de trabalho que, em épocas quentes, são sentidas em algumas zonas das naves PM1 e PM2, na produção de papel.

Nas condições de funcionamento actuais estas naves são climatizadas por unidades de tratamento de ar sem arrefecimento, pois não têm uma rede de água refrigerada.

Foram analisadas as características dessas unidades para uma eventual ligação a uma rede de água fria, mas concluiu-se desde logo, que haveria muitas condicionantes no desenvolvimento da alimentação rede hidráulica, e muita incerteza na obtenção de resultados satisfatórios quanto às necessidades.

Após serem ponderadas e discutidas várias soluções possíveis a adoptar, optou-se pela instalação de um conjunto de aerotermos equipados com baterias de frio, que são controlados em quatro zonas distintas, permitindo assim um arrefecimento ambiente nas zonas definidas sob a indicação de termostatos. Estes aerotermos serão alimentados com água refrigerada produzida por um Chiller de condensação a ar novo, uma vez que os existentes têm a sua capacidade esgotada. A localização dos aerotermos e o desenvolvimento das redes de água tiveram em conta as condicionantes locais, tendo sido definidas através da sua visualização local.

De acordo com a área a climatizar, a solução passa então pela instalação de 32 aerotermos equipados com bateria de arrefecimento, com uma potência térmica de cerca de 22 kW cada. Estes aerotermos serão montados nos pilares integrados na estrutura das naves através de suportes dedicados aos mesmos, e serão instalados

a cerca de cinco metros de altura, de forma a permitir uma circulação de arrefecimento adequada.

A água refrigerada para a alimentação das baterias será distribuída por tubagem devidamente dimensionada, tendo em conta um diferencial de temperatura de cerca de 5°C, e será construída em aço inoxidável AISI 316L, devidamente isolada e revestida a chapa de alumínio.

A água refrigerada será produzida em chiller de condensação a ar, que será montado no terraço exterior, com uma potência térmica de aproximada de 640 kW. Este chiller estará interligado a um reservatório de estabilização/inércia com uma capacidade de cerca de 5000 litros, e fornecerá a água a um colector de distribuição, de onde sairão dois circuitos, um para a PM1 e zona da Bobinadora 3 adjacente à PM1, e o outro circuito para a PM2 e zona da Bobinadora 3 adjacente à PM2.

Cada circuito dará origem a dois ramos, sendo os mesmos equipados com válvula de seccionamento e válvula motorizada de duas vias, permitindo assim o funcionamento controlado por zonas através da ordem obtida pelos termostatos.

Os aerotermos serão ainda equipados com válvulas de seccionamento e válvulas de equilíbrio dinâmico.

De acordo com o sistema definido, será necessário a instalação de duas bombas de circulação destinadas aos circuitos dos aerotermos.

Terá de ser instalada uma rede de tubagem em PVC para recolha e descarga dos condensados provenientes dos aerotermos, que produzirão um caudal de condensados de cerca de 15 litros por hora.

De seguida seguem as condições e características técnicas dos equipamentos consideradas no projecto.

5.1.1. Aeroterma para funcionamento em arrefecimento

Os aerotermos seleccionados para este projecto terão características técnicas equivalentes aos da marca WOLF, modelo TLHK 100.

Estes aerotermos irão funcionar exclusivamente em arrefecimento, sendo dotados de um tabuleiro de condensados em alumínio com gradiente descendente, que garante o completo esvaziamento do mesmo.

Possui ventilador do tipo axial, com impulsor optimizados para uma operação silenciosa e equipado com rede de protecção mecânica.

São também equipados com permutadores de calor, de grande porte, construídos em tubos de cobre expandido sobre alhetas de alumínio.

Cada aerotermo deve ser fornecido com duas válvulas de seccionamento, um purgador de ar automático e uma válvula de controlo dinâmico de caudal de água.

As características técnicas principais dos aerotermos são apresentadas na tabela abaixo, para um funcionamento com água refrigerada a 7°C / 12°C, nas condições do ar interior de cerca de 25°C e 50% HR.

Tabela 6 - Características técnicas dos Aerotermos.

Caudal de ar	4.620 m ³ /h
Velocidade de rotação do ventilador	550 rpm
Potência frigorífica	22,6 kW
Caudal de água refrigerada	3,89 m ³ /h
Temperatura de descarga do ar	13,3°C
Alimentação do motor eléctrico	230V / 50 Hz
Potência de saída do motor eléctrico	0,73 kW
Corrente absorvida	3,4 A
Conteúdo de água do permutador	9,5 Litros
Ligações do permutador	Rosca 1.1/2"
Dimensões Comp. X Larg. X Alt.	1040 x 545 x 1040 mm
Peso da unidade base	108 kg

5.1.2. Chiller para arrefecimento Ar-Água

O chiller considerado neste projecto é da marca Galletti, modelo LSE 658CS.

O Chiller deverá ser especialmente projectado para aplicações industriais, e capaz de operar com água ou mistura de água com anticongelante. Deverá ser do tipo Multi-scroll, equipado com oito compressores distribuídos por quatro circuitos e válvula de expansão electrónica, por forma a aumentar o número de escalões de potência disponíveis.

O chiller está equipado com dez ventiladores axiais, de descarga vertical com pás equilibradas estática e dinamicamente, e montado sobre apoios anti vibratórios.

As serpentinas condensadoras são construídas em tubos de cobre de DN3/8", expandido sobre alhetas de alumínio.

Os evaporadores de placas são construídos em aço inoxidável AISI 316L, devidamente isolados termicamente.

O chiller vem equipado de série com indicadores de caudal e humidade dos circuitos frigoríficos, válvulas de expansão electrónicas para uma adaptação eficiente às condições de operação, sensores de pressão, filtro desidratador e válvula solenóide no depósito de líquido.

Tabela 7 - Características técnicas do Chiller.

Alimentação eléctrica	400-3-50 V-ph-Hz
Capacidade Frigorífica	644 kW
Potencia total de entrada	231 kW
EER	2,79
SEER	4,44
Caudal de água	110961 l/h
Perda carga água	49 kPa
Pressão máxima de serviço – Bomba baixa pressão	210 kPa
Pressão máxima de serviço – Bomba alta pressão	237 kPa
Corrente máxima absorvida	506 A
Corrente máxima de arranque	648 A
Corrente máxima de arranque suave	421 A
Nº de compressores / Nº de circuitos	8 / 4
Volume depósito de expansão – unidade com bombas	24 dm ³
Volume depósito de expansão – unidade com bombas e tanque	48 dm ³
Volume do tanque buffer	1040 dm ³
Nível de potência sonora	92 db(A)
Caudal de ar	199974 m ³ /h
Número de ventiladores	10
Refrigerante	R-410A
Dimensões (CxLxA)	5060 x 2256 x 2650 mm
Peso da unidade com bomba e tanque	4972 kg

5.1.3. Depósito de inercia para água refrigerada

O depósito de inercia terá de estar interligado ao chiller, e com uma capacidade de cerca de 5000 litros, que de seguida estará conectado aos colectores de distribuição.

A sua construção deverá de ser em aço inoxidável AISI 316L, e as suas condições de funcionamento serão de um intervalo de temperaturas entre os 10°C e 60°C, e a uma pressão máxima de 6 bar.

Deverá ter um isolamento em elastómero expandido com função anti condensação de espessura mínima de 20mm e um revestimento externo em PVC.

O tanque deverá ser do tipo vertical, com aproximadamente 1640mm de diâmetro, e cerca de 1660mm de altura.

Deverá estar equipado com conexões para termómetro, manómetro, válvula de segurança e purgador de ar.

5.1.4. Tubagem e acessórios

Os tubos deverão de ser em aço inoxidável AISI 316L, e devem ser apropriados para aplicação de acessórios de compressão do tipo “press-fitting” e/ou soldados.

As tubagens devem ser fixas por abraçadeiras, de material igual, que permitam a sua livre dilatação. Deve existir sempre material isolante entre as abraçadeiras e os tubos. Fixação dos suportes através de varões roscados, e as distâncias entre abraçadeiras deverão ser adequadas ao calibre das tubagens que suportam.

Tubagens com trajectórias horizontais devem possuir inclinação ascendente no sentido do deslocamento, de cerca de 0,5%, por forma a favorecer a saída do ar.

Os raios de curvaturas das tubagens, medidos em relação ao eixo do tubo, deverão ser iguais ou superiores a quatro vezes o diâmetro exterior do tubo.

A pressão nominal da tubagem deverá ser considerada como PN10, as suas ligações flangeadas de acordo com as normas DIN.

Anéis de vedação, sedes e obturadores, hastes e elementos filtrantes deverão ser em aço inoxidável com características apropriadas à pressão nominal, temperatura e tipo de fluido.

As válvulas de passagem ou corte devem ser do tipo borboleta flangeadas, e as válvulas de descarga periódica ou purga do tipo abertura de quarto de volta, macho esférico.

As válvulas de retenção, terão de ser do tipo charneira, devendo oferecer baixa resistência à passagem da água.

As válvulas de segurança terão de vir com certificado de origem. A sua contrapressão será atmosférica, e deverá o timbre de cada equipamento ser superior à pressão de abertura, que por sua vez, será superior em 10% à pressão de fecho.

Válvulas motorizadas de três vias com função de controlar, a um caudal constante, a temperatura do fluido circulante. Do tipo modular, de comando eléctrico a 24V, através de termostato do tipo potenciométrico com a possibilidade de ajustamento da temperatura. Válvulas de abertura e fecho automático.

Filtros tipo “Y”, com elemento filtrante de chapa perfurada ou de cartucho de rede em aço inoxidável. Sistema de limpeza com válvulas de passagem para que a instalação permaneça em funcionamento.

Purgadores de ar automáticos com válvulas de fecho incorporados, possibilitando a desmontagem do purgador sem esvaziar a instalação. Temperatura máxima de serviço a 110°C, e pressão nominal de 10 kg/cm².

5.1.5. Aparelhos de medida

Os termómetros deverão ser graduados em graus centígrados, e do tipo de “quadrante” com um diâmetro mínimo de 80mm. O bolbo de imersão deverá estar inserido numa bainha de protecção. Deverão ser localizados de modo a permitirem uma fácil leitura.

Os manómetros a usar deverão ser graduados em barra (kg/cm²) com uma segunda graduação em altura de coluna de água. Deverão ser circulares com um diâmetro mínimo de 80mm. A sua graduação deverá ser de 30 a 50% superior à pressão máxima de serviço, e deverão ser montados sobre uma válvula que permita a interrupção da medição.

5.1.6. Isolamento Térmico

Todos os equipamentos, tubagens e acessórios da rede refrigerada terão de ser isolados termicamente, por uma espuma de borracha do tipo Armaflex. Deve ter densidade, espessura e qualidade compatível com a temperatura do fluido circulante.

As instalações terão de ser isoladas garantindo um rendimento da ordem dos 95%. O revestimento é definido em relação às paredes de calor das tubagens nuas e para uma temperatura ambiente de 20°C.

Todos os isolamentos devem respeitar as espessuras mínimas regulamentares em função de temperatura do fluido e das secções das tubagens.

Considerando um isolamento térmico com uma condutibilidade não inferior a 0,04 W/m°C a 20°C.

O isolamento térmico deverá ser coberto com mangas de chapa em alumínio, aplicado nas duas faces e fixos por meio de parafusos auto roscados.

Tabela 8 - Espessuras de isolamento (Decreto-Lei nº79/2006 – Anexo III)

Fluido interior frio				
	-20°C a -10°C	-9.9°C a 0°C	0.1°C a 10°C	>10°C
$\varnothing \leq 35$	40	30	20	20
$35 < \varnothing \leq 60$	50	40	30	20
$60 < \varnothing \leq 90$	50	40	30	30
$90 < \varnothing \leq 140$	60	50	40	30
$140 < \varnothing$	60	50	40	40

5.1.7. Rede de Condensados

A rede de condensados deverá ser em PVC, com drenagem para o exterior, e deverá ser correctamente ligada à rede de águas pluviais ou com descarga para zona ajardinada, sendo ainda devidamente sifonada, para prevenir a passagem de odores para a unidade interior de climatização. A rede de condensados deverá de ter uma pendente de no mínimo de 0,5%, e em caso de não ser possível, aplicar bomba de condensados.

De seguida segue esquema simplificado do princípio hidráulico da instalação.

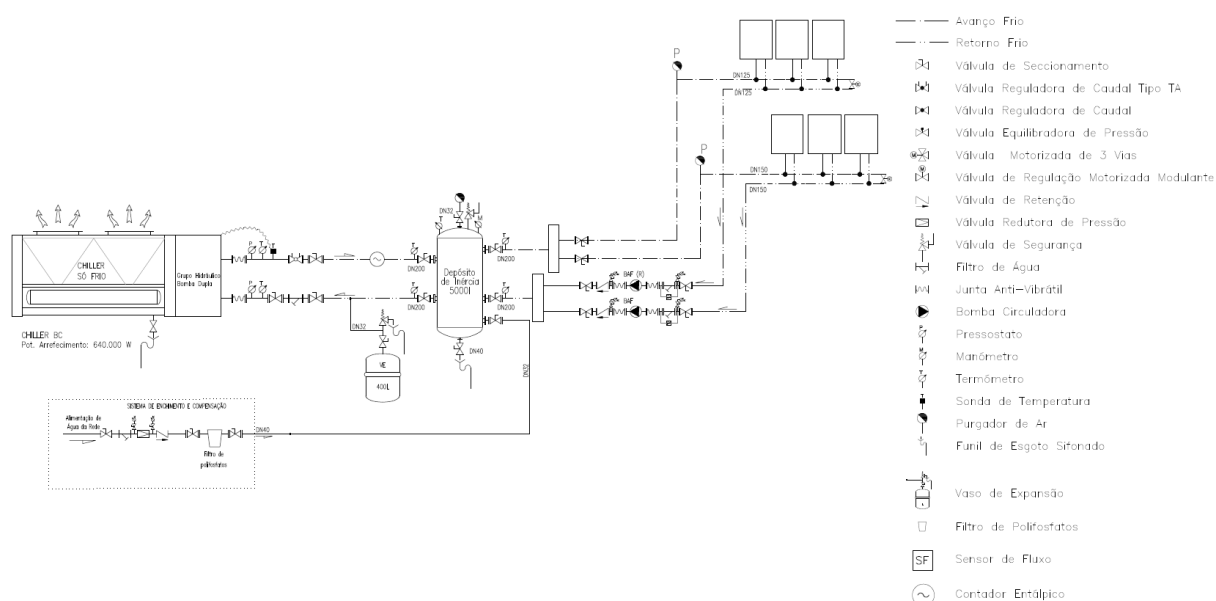


Figura 84 - Esquema de princípio hidráulico.

5.2. Melhoria da drenagem de condensados dos tanques S5 e S6

Este projecto surgiu da dificuldade de bombagem de condensados da PM2, mais propriamente dos tanques de condensados S5 e S6 para o tanque S2.

Em certas circunstâncias, e dependendo também das gramagens de papel a ser produzido, a linha que transfere, por bombagem, os condensados recolhidos nos tanques S5 e S6 para o tanque S2 entra em vibração / martelagem, tendo provocado danos frequentes em diversos equipamentos, nomeadamente na válvula de controlo do nível do tanque S6 e também em tubagens adjacentes ao tanque S6.

Existem andaimes permanentes nos pontos terminais da linha de bombagem junto ao tanque S6 e S2, dada a frequência de intervenções locais de manutenção para reparação das linhas de condensado.

A linha DN200 que transfere os condensados dos tanques S5 e S6 para o tanque S2 deverá estar à mesma pressão do tanque S2, e o volume dessa tubagem deverá estar ocupado essencialmente por vapor, e só uma pequena área da secção do tubo ocupada por líquido.

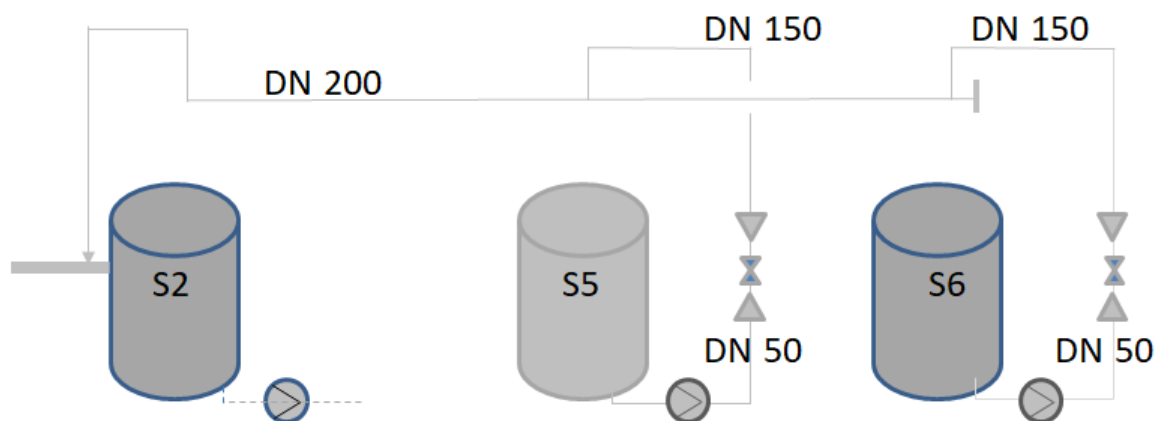


Figura 85 - Esquema actual da linha de condensados.

No entanto, chegou-se à conclusão que a linha não consegue escoar os condensados, acumulando-se na linha, acabando por bloqueá-la, daí resultarem as vibrações da tubagem, resultantes das bolsas de vapor a tentar passar pelo líquido.

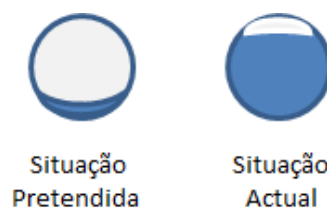


Figura 86 - Situação Pretendida VS Situação Actual.

Por essa forma, a principal medida a implementar é melhorar a drenagem de condensados da linha em causa, criando uma linha paralela, a uma cota inferior, para que esta nova linha transfira todo o líquido da tubagem, e a linha original possa transportar apenas vapor.

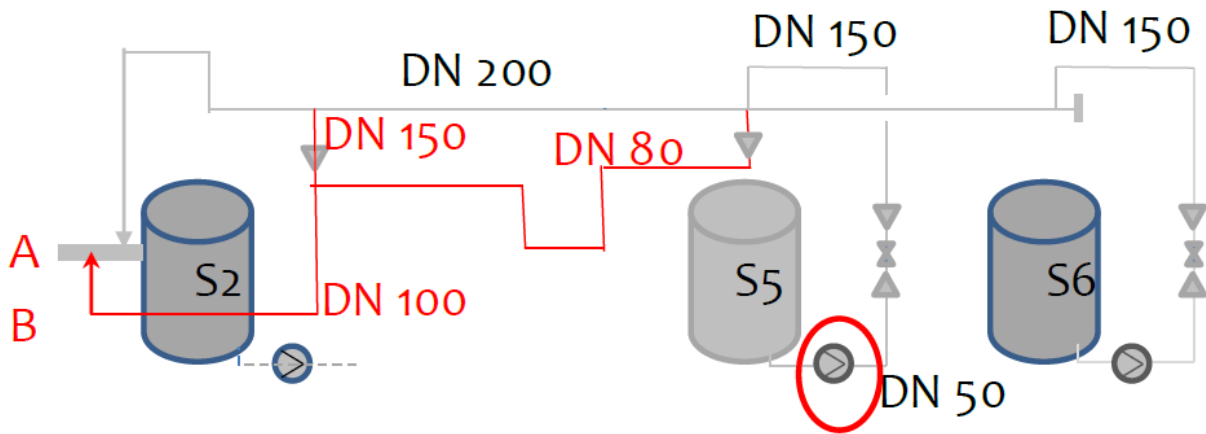


Figura 87 - Esquema pretendido para linha de condensados.

Por essa forma, a principal medida a implementar é uma boa drenagem de condensados da linha em causa, conforme o esquema na figura acima. Entre o nível A e B deverá haver uma altura de cerca de um metro. O mesmo desnível deve ser aplicado na linha DN80, a qual deve correr em paralelo com a linha existente de DN200. A picagem da linha DN80 deve estar alinhada com a linha que vem do S5, com DN150, como mostra no esquema.

Deve ser também instalado um controlo de velocidade variável na bomba de condensados do tanque S5, pois dada a diferença de pressões entre o tanque S5 e S2, não será necessária bombagem, ou em caso de necessitar, será mínima. Assim, reduzirá a compressão exagerada dos condensados do tanque S5, e haverá alguma poupança de energia com esta medida, e também poupança de manutenção na bomba em questão.

Deverão também ser substituídas as válvulas de retenção após as bombas do tanque S6, pois há indícios de que a sua funcionalidade é defeituosa.

Abaixo, segue tabela com condições de serviço dos tanques mencionados no projecto que serviram de base a Engenharia de Manutenção proceder aos cálculos e chegar às conclusões acima mencionadas.

Tabela 9 - Condições de serviço do Tanque S6.

Condições de Serviço do Tanque S6	
Pressure	1,213 bar a
Saturation temperature	105,09 °C
Liquid	
Enthalpy	440,6 kJ/kg
Density	954,64 kg/m ³
Entropy	1,36 kJ/kgK
Vapour	
Vapour enthalpy	2683,5 kJ/kg
Vapour density	0,71 kg/m ³
Vapour Entropy	7,29 kJ/kgK
Evaporation energy	2242,9 kJ/kg

Tabela 10 - Condições de serviço do Tanque S5.

Condições de Serviço do Tanque S5	
Pressure	2,213 bar a
Saturation temperature	123,44 °C
Liquid	
Enthalpy	518,4 kJ/kg
Density	940,31 kg/m ³
Entropy	1,56 kJ/kgK
Vapour	
Vapour enthalpy	2710,9 kJ/kg
Vapour density	1,24 kg/m ³
Vapour Entropy	7,09 kJ/kgK
Evaporation energy	2192,5 kJ/kg

Tabela 11 - Condições de serviço do Tanque S2.

Condições de Serviço do Tanque S2	
Temperature	93,00 °C
Saturation pressure	0,786 bar a
Liquid	
Enthalpy	389,6 kJ/kg
Density	963,27 kg/m ³
Entropy	1,23 kJ/kgK
Vapour	
Vapour enthalpy	2664,4 kJ/kg
Vapour density	0,47 kg/m ³
Vapour Entropy	7,44 kJ/kgK
Evaporation energy	2274,8 kJ/kg

Coube agora à preparação de trabalhos, fazer um levantamento de materiais necessários para a realização desta nova tubagem, mencionada na solução da figura 5.2.3. Após esse levantamento de material, o preparador deverá de efectuar uma consulta ao mercado a três empresas especializadas em tubagem para o fornecimento dos materiais, e a instalação da tubagem.

Na tabela abaixo será indicado o levantamento de materiais necessários para a execução do projecto, no que diz respeito ao fabrico da tubagem.

Tabela 12 - Levantamento Materiais necessários para tubagem.

Designação	Material	Quant.
Tubo sem costura - Ø114,3 x 3,6 mm	P265GH	0,5 mt
Tubo sem costura - Ø84 x 2 mm	AISI 316L	96 mt
Tubo sem costura - Ø104 x 2 mm	AISI 316L	6 mt
Tubo sem costura - Ø154 x 2 mm	AISI 316L	12 mt
Curva a 90° - Ø84 x 2 mm	AISI 316L	3 un
Curva a 45° - Ø84 x 2 mm	AISI 316L	6 un
Curva a 90° - Ø104 x 2 mm	AISI 316L	1 un
Curva a 45° - Ø104 x 2 mm	AISI 316L	4 un
Curva a 45° - Ø154 x 2 mm	AISI 316L	4 un
Redução Excêntrica - Ø84 x 2 - Ø154 x 2 mm	AISI 316L	1 un
Redução Concêntrica - Ø84 x 2 - Ø154 x 2 mm	AISI 316L	1 un
Redução Concêntrica - Ø104 x 2 - Ø154 x 2 mm	AISI 316L	2 un
Redução Concêntrica - Ø204 x 2 - Ø104 x 2 mm	AISI 316L	1 un
Redução Concêntrica - Ø204 x 2 - Ø154 x 2 mm	AISI 316L	1 un
Tê - Ø154 x 2,5 - Ø154 x 2,5 mm	AISI 316L	1 un
Tê - Ø204 x 2,5 - Ø204 x 2,5 mm	AISI 316L	2 un
Colarinho Tipo 37M EN1092-1 - PN10 DN100	AISI 316L	1 un
Flange Louca Tipo 02M EN1092-1 - PN10 DN100	P265GH	1 un
Flange Tipo 11 EN1092-1 - PN10 DN100	P265GH	1 un
Suporte Primário DN80 (371-011) HOT DIP GALV.	S235JR	16 un
Suporte Primário DN150 (371-011) HOT DIP GALV.	S235JR	1 un
Suporte Secundário TPS 150x100x5 x 500 mm	S235JR	11 un
Suporte Primário DN100 (373-027) HOT DIP GALV.	S235JR	1 un

6. Conclusão

A oportunidade de efectuar o estágio na *The Navigator Company* revelou-se bastante benéfica, uma vez que permitiu ao longo destes meses obter um contacto com a realidade laboral num ambiente industrial.

Foi possível crescer a nível profissional, com todos os conhecimentos absorvidos durante o estágio.

Foi uma grande oportunidade de conhecer a empresa e também o grupo a que a empresa pertence, que por sinal, é bastante complexo e diversificado.

Foi possível aprofundar os conhecimentos sobre o processo de fabrico de papel, bem como identificar e compreender as várias fases de produção, e a sua importância ao longo do processo. Esta fase foi bastante importante, porque dessa forma, ao entrar no campo, e ao abordar os equipamentos a intervir, já se tem uma ideia de como o equipamento funciona, qual a sua importância para o processo e de como se deve proceder para que o equipamento funcione nas condições ideais.

Devido à pandemia, houve alguma dificuldade de centrar o estágio em campo, pois as restrições eram muitas, desde desfasamento de horários, teletrabalho, restrições de poder estar em alguns dos espaços, distanciamento social e outras não referidas. Ainda assim, conseguiu-se reunir bastante informação para este relatório de estágio. Foram abordados alguns trabalhos realizados durante os meses do estágio de grande importância para o bom funcionamento da máquina de papel.

Conseguiu-se ainda fazer um acompanhamento de dois projectos em curso para implementação na PM2, que irão ser postos em prática num futuro próximo. Estes projectos visam o melhoramento das condições de trabalho dos trabalhadores, e também o melhoramento do circuito de drenagem de condensados da PM2.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Complexo Figueira da Foz, The Navigator Company (2017). Institucional/A-Nossa-Actividade/Figueira-da-Foz. De The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Institucional/A-Nossa-Actividade/Figueira-da-Foz>

Comunicados, The Navigator Company (31 de Janeiro de 2018). The Navigator Company constrói segunda central fotovoltaica. De The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/content/download/5985/97933/version/6/file/20180111+PR+Central+Fotovoltaica+Espirra.pdf>

Comunicados, The Navigator Company (15 de Dezembro de 2020). The Navigator Company reduz 30% das emissões de CO₂. De The Navigator Company: http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo_site/storage/original/application/c3d14290ed82455fedeb860db0456d96.pdf

Comunicados, The Navigator Company (18 de Março de 2021). The Navigator Company inaugura central solar fotovoltaica. De The Navigator Company: http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo_site/storage/original/application/7928dfa6a07b50e6684bd12a0f842eb2.pdf

Desenho nº1.25-7040, The Navigator Company, (1999). Desenho interno do lay-out da máquina de papel nº 2.

Desenho nº 1239_002012_MTC_001, VOITH, (2019). Desenho VOITH com pormenor de fabrico de peças.

END (2021), <https://end.pt/pt/product/penetrantes-coloridos/>, Instruções para utilização/aplicação manual dos líquidos penetrantes coloridos

Energia, The Navigator Company (2017). Sustentabilidade/Energia. De The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Sustentabilidade/Energia>

História, The Navigator Company (2017). Institucional/Historia. De The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Institucional/Historia>

Logotipos (março de 2017). Multimedia - Logotipos. De The Navigator Company: <http://www.thenavigatorcompany.com/Media/Multimedia/Institucional/Logotipos>

PM2, (2018) The Navigator Company, Apresentação da máquina de papel nº2 da The Navigator Company.

Portucel-Moçambique. (20 de março de 2017). Portucel Moçambique | The Navigator Company. Obtido de Web Site Portucel Moçambique: <http://www.portucelmocambique.com/Portucel-Mocambique>

Protecção da Floresta, The Navigator Company (2017). Sustentabilidade/Floresta-Sustentavel/Proteccao-da-Floresta. De The Navigator Company:
<http://www.thenavigatorcompany.com/Sustentabilidade/Floresta-Sustentavel/Proteccao-da-Floresta>

Relatório de Sustentabilidade 20, The Navigator Company (2021). De The Navigator Company:
http://www.thenavigatorcompany.com/var/ezdemo_site/storage/original/application/9d9bb8cfeb955253ef6a7192145dfdb1.pdf

Trainees Papel, The Navigator Company (2019). Formação interna da The Navigator Company para Treinees.