



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Micael José Curado Cordeiro

ORGANIZAÇÃO DE ARMAZÉNS DE PAPEL COM VISTA À
MELHORIA DO FLUXO DE MATERIAIS

VOLUME 1

Dissertação no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial orientada pela Doutora
Isabela Maganha e apresentada à Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia
Mecânica.

Julho de 2019

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Organização de armazéns de papel com vista à melhoria do fluxo de materiais

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Organization of paper warehouses to improve the flow of materials

Autor

Micael José Curado Cordeiro

Orientadora

Isabela Maganha

Júri

Presidente	Professor Doutor Cristóvão Silva Professor Auxiliar com Agregação da Universidade de Coimbra Mestre Pedro Miguel Fernandes Coelho Investigador da Universidade de Coimbra
Vogais	Professor Doutor Samuel de Oliveira Moniz Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra
Orientador	Doutora Isabela Maganha Investigadora da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



Coimbra, Julho, 2019

“Muitas pessoas chegam mais longe que aquilo que pensaram serem capazes
porque alguém acreditou que seriam.”

Zig Ziglar

Agradecimentos

A tese é um projeto que reúne todo o conhecimento absorvido desde que se inicia o percurso escolar, culminando especificamente no percurso académico. Todas as etapas ultrapassadas, todas as aventuras vividas, todo o conhecimento absorvido através do ensinamento e persistência dos docentes, bem como todo o apoio incondicional dos meus pais e do meu irmão, especialmente a paciência por eles demonstrada, permitiram-me atingir esta fase.

Quero agradecer também ao meu tio Vítor por toda a alegria e orgulho demonstrados ao longo deste percurso. Também agradeço ao Sr. Gonçalves pela motivação dada e por ser mais que um simples amigo, alguém que considero como família.

Um especial agradecimento a todos os amigos que iniciaram o percurso académico comigo, mas, mais importante, àqueles que ainda se mantêm hoje em dia.

Um agradecimento às equipas do CF'15 e CF'16 que me permitiram evoluir como nunca pensei ser possível, mostrando-me ser capaz de fazer o que não sabia que podia fazer, onde aprendi que a honestidade no trabalho é tudo e o compromisso deve ser levado até ao limite.

Não posso deixar de agradecer ao BEST por tudo o que me deu, por me ter acolhido mais que uma vez, por tudo o que me ensinou, por me ter “obrigado” a sair da zona de conforto e por me ter permitido conhecer pessoas que, tenho a certeza, não serão apenas colegas de faculdade, mas sim amigos para a vida. Não necessito de enumerá-los pois eles sabem ao certo quem são.

Quero agradecer, também, aos meus professores pois sem eles não seria a pessoa que sou hoje. Um especial agradecimento ao professor Miguel Panão por todas as lições de vida que ia dando durante as aulas, onde, além de todo o empenho letivo que exibia nas aulas, apresentava-se muito mais do que um professor, mas sim como um amigo com conselhos que se transpunham da vertente académica para a pessoal.

Um agradecimento óbvio que não poderia deixar passar à equipa do departamento de produção de revestidos que me acolheu, ensinou e transformou numa pessoa melhor e, espero eu, num profissional exemplar. Sem eles não seria possível ter

realizado este estágio, nem aprendido o que aprendi ao longo destes cinco meses, com especial ênfase no Eng. Fernando Gomes.

Quero agradecer de igual forma à minha orientadora pelos conselhos, pela ajuda e atenção despendidas para que este projeto fosse possível de realizar, bem como toda a paciência disponibilidade demonstrada.

Por último, mas não menos importante, pelo contrário, quero reforçar o agradecimento aos meus pais e irmão por toda a ajuda neste percurso académico, onde nunca desistiram de mim e nem deixaram que eu desistisse. Um agradecimento pela motivação àqueles que já partiram, mas que certamente se orgulhariam de me ver chegar a este ponto.

A todos os que mencionei e àqueles que não mencionei mas que não esqueci, o meu muito obrigado.

Resumo

O presente projeto de estágio tem como principal objetivo a organização de armazéns de papel com o intuito de melhorar o fluxo de materiais dentro dos mesmos, de modo a impulsionar a eficiência das operações que lhes estão inerentes. Foi realizado um estudo sobre *layouts* de armazéns com o propósito de tentar encontrar uma possível melhor solução para o armazém em estudo, bem como uma análise acerca dos consumos de bobinas para averiguar qual o consumo específico de cada referência, de modo a designar um espaço no armazém para aquelas que assim o justificassem. Na constante mudança devido ao dinamismo do mercado, a ação de redesenhar o armazém e de verificar a evolução do consumo das bobinas torna-se crucial, uma vez que os consumos variam muito e geram outras necessidades de armazenamento para novas referências. A gestão dos armazéns torna-se importante para aumentar a eficiência global das empresas, atendendo ao facto que consomem dois recursos valiosos da empresa, espaço e tempo, e retêm *stock* de materiais que representam um ativo para a empresa, sendo que é nestas infraestruturas que está guardado grande parte do seu valor.

O desenvolvimento do projeto segue a política da empresa que assenta na máxima eficiência e inovação, implementando as ferramentas do *Toyota Production System* já enraizadas na cultura da empresa, tais como a metodologia dos 5S, sistema *Kanban*, TPM. A implementação destas ferramentas e dos seus conceitos permitiu atingir melhores resultados, tendo sido fácil a sua adoção uma vez que os operadores já estão familiarizados com estas ferramentas.

Palavras-chave: Gestão de armazéns, Ferramentas *Lean*, Fluxo de materiais, Eficiência.

Abstract

The objective of the following internship project is to organize paper warehouses, improving the flow of materials inside the warehouses in order to boost the efficiency of its operations. With the purpose to find the best solution to the warehouse in focus, a study on the layout of warehouses was conducted, as well as an analysis of the consumption of paper coils to verify the specific consumption of each reference and designate a space in the warehouse for those that need it. Due to the market dynamism, there's a constant change in the companies and that's why the action of changing the warehouse layout as well verifying the evolution of consumption of paper coils becomes so important because the consumptions vary a lot and generate necessities of storage for new references. Warehouse management becomes important to increase the overall efficiency of companies, given that they require two valuable resources, space and time, and retain stock of materials that represent an investment for the company, as in this infrastructures is stored a large parcel of their value.

The development of the project follows the company's policy which is based on maximum efficiency and innovation, implementing the tools of the Toyota Production System already rooted in the company culture, such as the 5S methodology, Kanban System, TPM. The implementation of those tools and their concepts allowed to reach better results, which its adoption was easy due to the familiarization of operators with those tools.

Keywords Warehouse Management, Lean tools, Materials flow, Efficiency.

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xiii
SIGLAS	xv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Problema proposto e objetivos.....	2
1.3. Estrutura do documento	3
1.4. Apresentação da empresa.....	3
1.4.1. Grupo	3
1.4.2. Produtos fabricados	4
1.4.3. Volume de negócios	5
1.4.4. A fábrica	6
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	13
2.1. Filosofia <i>Lean</i>	13
2.1.1. Princípios chave do <i>Lean</i>	14
2.1.2. Desperdícios no <i>Lean</i>	14
2.1.3. Ferramentas <i>Lean</i>	16
2.1.4. 5W2H	22
2.2. Armazéns	23
2.2.1. Sistemas de gestão de armazéns	24
2.2.2. Layout.....	25
2.2.3. Sistemas de armazenagem	27
2.3. Tecnologias de armazenamento de dados.....	35
3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	39
3.1. Análise aos armazéns.....	39
3.1.1. Armazém de papel seco	39
3.1.2. Armazém de papel impregnado.....	47
3.2. Implementação de alterações no APS.....	49
3.3. Distribuição correta das referências no API	55
4. CONCLUSÕES	57
4.1. Propostas.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXO A	65
ANEXO B	69
ANEXO C	71
ANEXO D	73
ANEXO E.....	75

ANEXO F..... 77
ANEXO G..... 79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Localização das fábricas e clientes da Sonae Arauco mundialmente. Fonte: Sonae Arauco.	4
Figura 1.2. Tipos de materiais fabricados. Fonte: Sonae Arauco.	4
Figura 1.3. Exemplos de placas revestidas. Fonte: Sonae Arauco.	4
Figura 1.4. Volume de negócios por mercado. Fonte: Sonae Arauco.	5
Figura 1.5. Esquema da máquina de impregnação (VITS). Fonte: Sonae Arauco.	7
Figura 1.6. Desbobinador. Fonte: Sonae Arauco.	8
Figura 1.7. BP8. Da esquerda para a direita e de cima para baixo: Entrada de lotes de aglomerado de madeira; Formação da sandwich; Entrada da prensa; Formação de lotes de produto final. Fonte: Sonae Arauco.	9
Figura 2.1. Guarda ferramentas de limpeza com <i>Poka-Yoke</i> . Fonte: Sonae Arauco.	17
Figura 2.2. Etiquetagem e delimitação de espaço para os cacifos e bengaleiro. Fonte: Sonae Arauco.	18
Figura 2.3. Esquema da ferramenta 5W2H.	22
Figura 2.4. Demonstrações genéricas de <i>layout</i> do armazém. Fonte: Carvalho et al., 2011.	26
Figura 2.5. Sistema de paletização seletiva. Fonte: [8].	29
Figura 2.6. Sistema de paletização <i>drive-in</i> . Fonte: [8].	30
Figura 2.7. Sistema de paletização <i>push-back</i> . Fonte: [19].	31
Figura 2.8. Sistema de estantes de fluxo de paletes. Fonte: [20].	32
Figura 2.9. Sistema de estantes <i>cantilever</i> . Fonte: [8].	33
Figura 2.10. Código QR e código de barras. Fonte: [9].	37
Figura 3.1. Rotulagem para cada referência. Fonte: Sonae Arauco.	40
Figura 3.2. Empilhador de pinças. Fonte: Sonae Arauco.	41
Figura 3.3. Armazém de papel seco. Fonte: Sonae Arauco.	42
Figura 3.4. Zona não destinada ao armazenamento de bobinas. Fonte: Sonae Arauco.	43
Figura 3.5. Zona de bobinas em trânsito e para transferir. Fonte: Sonae Arauco.	43
Figura 3.6. Diagrama de Ishikawa - Danos nas bobinas.	47
Figura 3.7. API e robot.	48
Figura 3.8. 5W2H do projeto.	49

- Figura 3.9. Evolução da média do consumo mensal de bobinas da medida 12XX. Legenda: 112 → Janeiro de 2018 a Dezembro de 2018; 104 → Janeiro de 2019 a Abril de 2019. Linha de tendência: vermelha → consumo a diminuir; verde → consumo a aumentar; azul → consumo aproximadamente constante..... 51
- Figura 3.10. Evolução da média do consumo mensal de bobinas da medida 18XX. Legenda: 112 → Janeiro de 2018 a Dezembro de 2018; 104 → Janeiro de 2019 a Abril de 2019. Linha de tendência: vermelha → consumo a diminuir; verde → consumo a aumentar; azul → consumo aproximadamente constante..... 52
- Figura 3.11. Evolução da média do consumo mensal de bobinas da medida 2XXX. Legenda: 112 → Janeiro de 2018 a Dezembro de 2018; 104 → Janeiro de 2019 a Abril de 2019. Linha de tendência: vermelha → consumo a diminuir; verde → consumo a aumentar; azul → consumo aproximadamente constante..... 53
- Figura 3.12. Evolução da média do consumo mensal de bobinas da medida 2120. Legenda: 112 → Janeiro de 2018 a Dezembro de 2018; 104 → Janeiro de 2019 a Abril de 2019. Linha de tendência: vermelha → consumo a diminuir; verde → consumo a aumentar; azul → consumo aproximadamente constante..... 54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Vantagens vs. desvantagens: paletização seletiva.	28
Tabela 2. Vantagens vs. desvantagens: paletização <i>drive-in</i>	29
Tabela 3. Vantagens vs. desvantagens: paletização <i>push-back</i>	30
Tabela 4. Vantagens vs. desvantagens: estantes de fluxo de paletes.	31
Tabela 5. Vantagens vs. desvantagens: estantes <i>cantilever</i>	33
Tabela 6. Tabela comparativa entre as tecnologias de armazenamento de dados.	35
Tabela 7. Comparação entre custos do fornecimento de bobinas.	59

SIGLAS

API – Armazém de Papel Impregnado

APS – Armazém de Papel Seco

ERP – *Enterprise Resource Planning*

FIFO – *First-In, First-Out*

FR – *Fire Resistant*

JIT – *Just-In-Time*

KPI – *Key Performance Indicator*

LIFO – *Last-In, First-Out*

MDF – Painéis de Fibras de Média Densidade

MFC – Painéis Revestidos a Melamina

MR – *Moisture Resistant*

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

OP – Ordem de Produção

OSD – Painéis de Fibras Orientadas

PB – Aglomerado de Partículas

QR – *Quick Response*

RFID – *Radio-Frequency IDentification*

SGA – Sistema de Gestão de Armazéns

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work-In-Process*

WMS - *Warehouse Management System*

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A ambição das empresas é a de se manterem competitivas no mercado pelo qual lutam, porém, esta tarefa não é fácil. Se se atender ao facto que o mercado evolui continuamente tornando-o extremamente competitivo, as empresas são obrigadas a um esforço interno em termos logísticos e de gestão. O foco das empresas deverá passar por um aumento eficiente das operações, garantindo uma qualidade inequívoca ao custo justo para o cliente, abonando a sua satisfação, assumindo o foco com na base na metodologia *Lean*. Atendendo a esta situação, a eliminação ou a redução de qualquer tipo de desperdício é prioritária tendo como objetivo o aumento da eficiência global.

Direcionando o foco para a logística, uma eficiente gestão da mesma é fulcral para o bom funcionamento das operações internas e externas da empresa. A maior operação logística enfrentada pelas empresas passa pela gestão dos armazéns, sendo este fundamental para o bom funcionamento das empresas, permitindo alinhar a direção que as empresas pretendem tomar com as necessidades dos clientes.

Os armazéns têm vários processos associados a eles, tais como a receção, armazenamento e expedição. Uma gestão débil destes processos e dos processos inerentes potencia a propagação de erros pela restante cadeia de abastecimento, comprometendo a qualidade dos produtos e, conseqüentemente, a eficiência global e a satisfação dos clientes. É, então, crucial ter uma boa organização no armazém para os pedidos serem respondidos atempadamente, sejam eles de expedição ou para consumo interno de modo aos produtos requeridos serem posteriormente transformados. Devido ao tipo de material tratado nos armazéns em análise neste projeto, é necessário impor uma filosofia de *First-In, First-Out* (FIFO) no uso das bobinas durante o processo de *picking*. Esta filosofia prevê, de forma resumida, o consumo prioritário dos materiais que já estão há mais tempo armazenados em detrimento dos que há menos tempo armazenados. Outra filosofia semelhante a esta, mas com sentido oposto é a filosofia *Last-In, First-Out* (LIFO). Esta filosofia prevê que o material que esteja há menos tempo armazenado seja o primeiro a ser consumido. Quando se trata duma situação em que os materiais são perecíveis, isto é, têm uma validade associada,

adota-se a filosofia *First-Expire, First-Out* (FEFO). Esta filosofia é idêntica à FIFO, no entanto considera-se em situações onde é necessário ter atenção à perecibilidade dos produtos.

1.2. Problema proposto e objetivos

O problema proposto para o desenvolvimento deste projeto tem como tema “Organização de armazéns de papel com vista à melhoria do fluxo de materiais”. Este tema é preponderante face à necessidade de melhorar os fluxos de papel nos armazéns, sejam estes de bobinas que saem do armazém para serem consumidas, ou de bobinas que voltam a entrar no armazém por não terem sido totalmente consumidas, ou de bobinas novas que entrem no armazém por via da receção.

Este armazém especificamente referido anteriormente é designado de armazém de papel seco (APS) e tem o objetivo de armazenar as referências de bobinas com maior consumo usadas para a impregnação. O propósito deste estágio passa pelo redesenho do *layout* deste armazém, suprimindo as zonas reservadas para referências com pouco consumo e modificando as zonas das outras referências consoante o seu consumo no período de Janeiro de 2018 a Abril de 2019, de modo a aumentar a sua eficiência e o melhorar o processo de escolha das mesmas. A organização do APS permitirá: 1) obter um melhor fluxo de materiais, de modo a reduzir desperdícios de movimentação, 2) reorganizar as prateleiras que se encontram desajustadas face à necessidade atual, 3) obter uma maior ordem no armazém, além do controlo dos consumos de cada referência de bobina, 4) obter um processo de *picking* muito mais eficiente, para rentabilizar melhor o seu espaço.

Um outro armazém que será objeto de estudo neste projeto é o armazém de papel impregnado (API), onde são armazenadas as folhas de papel impregnado. Tal como no APS, a regra FIFO deverá ser respeitada. No entanto, devido à perecibilidade do papel impregnado, a atenção a esta regra terá de ser redobrada, uma vez que este papel apresenta um prazo de validade reduzido. A organização do API passa pela realização de um inventário para averiguar quais os lotes que ainda se encontram em condições, para confirmar se o *stock* físico corresponde ao *stock* digital, para perceber se existe atualmente algum lote fora da validade e, também, para organizar o armazém devido à entrada de novas referências no leque de fabrico.

1.3. Estrutura do documento

Este documento está dividido em quatro capítulos, onde o capítulo 1 corresponde ao presente capítulo de introdução ao documento, sendo feita uma breve apresentação ao tema que será desenvolvido ao longo do documento. Segue-se o capítulo 2 onde é feita uma revisão bibliográfica que servirá como base e ponto de partida para desenvolver e fundamentar o tema explorado neste projeto. No capítulo 3 será, numa fase inicial, caracterizado o estado inicial do problema na empresa, seguindo-se uma demonstração do desenvolvimento do projeto, bem como os resultados que advêm do trabalho realizado durante o estágio. Por último, surge o capítulo 4 onde estão as conclusões acerca do trabalho desenvolvido e possíveis recomendações futuras de soluções que a empresa poderá adotar de modo a incrementar a eficiência nos processos de armazém.

1.4. Apresentação da empresa

1.4.1. Grupo

O projeto de estágio curricular decorreu durante o período previsto de cinco meses na empresa Sonae Arauco Portugal, SA, com sede em Oliveira do Hospital. A Sonae Arauco surgiu através da parceria entre a Sonae Indústria e a Arauco. A Sonae Indústria foi criada em 1959, na cidade da Maia, tendo sido acordado uma *joint-venture* em 2016 com a Arauco, empresa chilena e referência mundial na produção de celulose e painéis de madeira. Esta *joint-venture* levou ao crescimento da Sonae Arauco, tanto em termos de mercado como em grupo. Atualmente, conta com 24 unidades comerciais e industriais distribuídas por nove países, empregando cerca de 3000 trabalhadores em todo o mundo. Devido à dimensão deste grupo, os seus produtos são exportados mais de 75 países, tornando-o num dos maiores produtores de painéis derivados de madeira a nível mundial. A Figura 1.1 permite visualizar a abrangência mundial do grupo.



Figura 1.1. Localização das fábricas e clientes da Sonae Arauco mundialmente. Fonte: Sonae Arauco.

1.4.2. Produtos fabricados

O leque de produtos da Sonae Arauco é proveniente de derivados de madeira, representando estes uma alternativa à madeira maciça na medida em que são mais sustentáveis, flexíveis e funcionais. Os produtos base destes derivados, representados na Figura 1.2 são os painéis de aglomerado de partículas (PB), os painéis de fibras de média densidade (MDF) e os painéis de fibras orientadas (OSD).

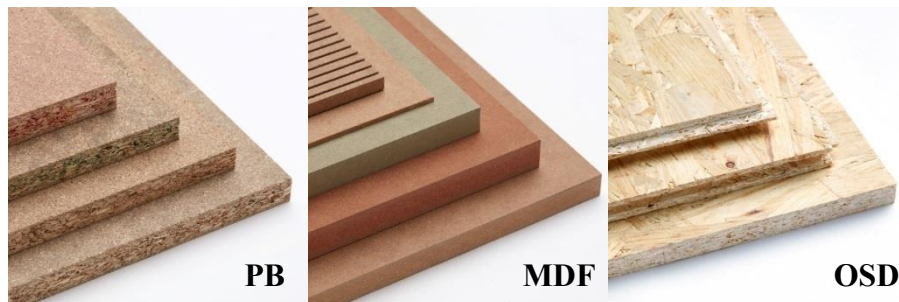


Figura 1.2. Tipos de materiais fabricados. Fonte: Sonae Arauco.



Figura 1.3. Exemplos de placas revestidas. Fonte: Sonae Arauco.

O dinamismo do mercado abriu portas para que a Sonae Arauco alastrasse o seu foco de mercado, razão pela qual, além da venda dos produtos acima mencionados, começou a revestir as placas com papel impregnado em melamina. Desta forma, é possível obter um leque maior de produtos com diversas finalidades e aplicabilidades. De forma a acrescentar outras características a estes produtos, poderão ser acrescentadas outras propriedades que lhes conferem uma melhorada resistência ao fogo (FR – *Fire Resistant*) ou à humidade (MR – *Moisture Resistant*). Na Figura 1.2 é possível ver alguns dos produtos com as características supramencionadas, onde o pigmento verde corresponde a uma melhor resistência à humidade e o pigmento vermelho corresponde a uma melhor resistência ao fogo. A Figura 1.3 exemplifica alguns dos produtos finais revestidos comercializados pela Sonae Arauco. Esta adição em propriedades extra aos produtos consoante a necessidade e aplicabilidade do produto permitem multiplicar o valor acrescentado final do produto.

1.4.3. Volume de negócios

A Sonae Arauco, em termos de volume de negócios, apresentou no ano de 2018 um valor acumulado de 800 milhões de euros, representando uma taxa de *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization* (EBITDA) de 12,0%.

Conforme a Figura 1.4, é possível perceber o leque de países onde a Sonae Arauco opera, destacando-se os mercados germânico e ibérico com um volume muito idêntico, onde, em terceiro e quarto lugares, aparecem os mercados canadiano e norte-americano, perfazendo um total de 75,7%.

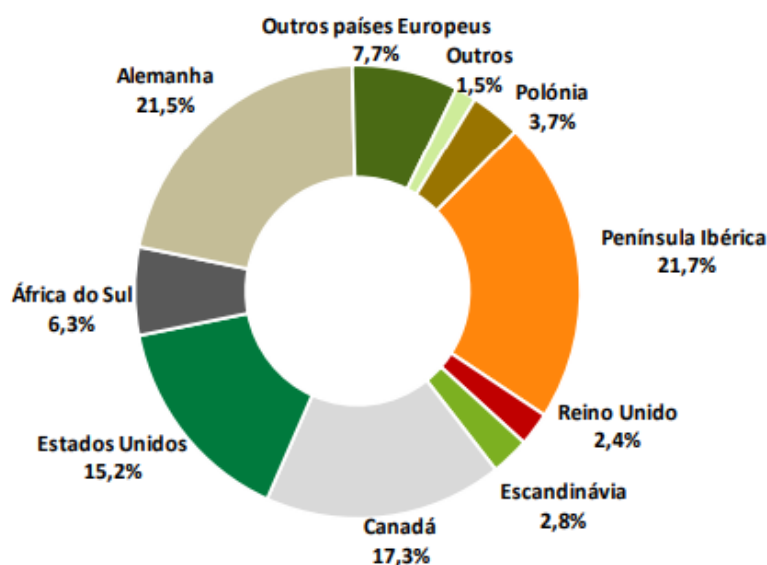


Figura 1.4. Volume de negócios por mercado. Fonte: Sonae Arauco.

1.4.4. A fábrica

A fábrica da Sonae Arauco em Oliveira do Hospital destina-se à produção de PB, papel impregnado e de painéis revestidos a melamina (MFC). Esta unidade industrial foi construída no final da década de 60, tendo sido adquirida pelo grupo Sonae Indústria em 1984. Nos dias de hoje, a fábrica estende-se por uma área de 25 hectares, contando com cerca de 230 colaboradores, trabalhando em contínuo de modo a satisfazer as suas necessidades comerciais.

1.4.4.1. Processo produtivo

De modo a melhor entender toda a sequência de processos na fábrica até chegar ao produto final que é vendido aos clientes, é necessário começar pelo parque de madeira. Diariamente a fábrica recebe madeira e estilha (madeira triturada com diferentes tamanhos). A partir da madeira, a empresa produz a sua própria estilha, sofrendo esta um maior ou menor processo de trituração consoante a dimensão final desejada. Todos e quaisquer restos ou supostos desperdícios de estilha e madeira são posteriormente queimados na caldeira de biomassa para, assim, produzir energia para a empresa. A madeira triturada é selecionada e filtrada consoante o produto que se deseja e para eliminar qualquer material que não seja madeira, uma vez que existe uma probabilidade de existirem pedras e outros produtos indesejados.

Após o processo anterior, a estilha é colocada num tapete rolante, formando uma placa contínua, passando por diversos processos até ter a espessura pretendida. De seguida, quando é atingida a espessura desejada, a placa contínua é cozida e cortada com as dimensões requeridas, sendo posteriormente loteada para ser enviada para a zona de impregnação. De referir que estas placas podem variar consoante a finalidade pretendida, ou seja, podem ser adicionados aditivos para melhorar a sua resistência em diversos fatores, tal como referido anteriormente. Os processos anteriores podem ser considerados subprocessos de um processo mãe, onde este começa com a deposição da estilha e acaba com o corte à medida das placas, sendo esta uma linha contínua de produção. Ainda no final deste processo, as placas são revestidas com pó de madeira para preencher os espaços vazios deixados pela irregularidade dos diferentes tamanhos de estilha, de modo a criar faces superiores e inferiores o mais lisas possível para facilitar o processo de revestimento com o papel impregnado.

Focando no departamento onde se insere o âmbito da dissertação, é necessário demonstrar qual a organização do departamento. O departamento de revestimentos é composto por: duas impregnadoras de papel (VITS), quatro linhas de baixa pressão para prensar as placas com o papel impregnado, um armazém para as bobinas usadas na impregnação, um armazém para acondicionar os papéis impregnados e um armazém para o produto final.

O primeiro processo deste departamento é paralelo ao processo anterior de formação das placas e é denominado de impregnação. Este processo divide-se em oito etapas obrigatórias para todo o tipo de papel: desbobinador (A), primeiro banho de resina (B), primeira estufa de secagem (C), segundo banho de resina (D), segunda estufa de secagem (E), rolos arrefecedores (F), guilhotina (F) e empilhamento (G). A Figura 1.5 ilustra o esquema de uma das máquinas de impregnação.

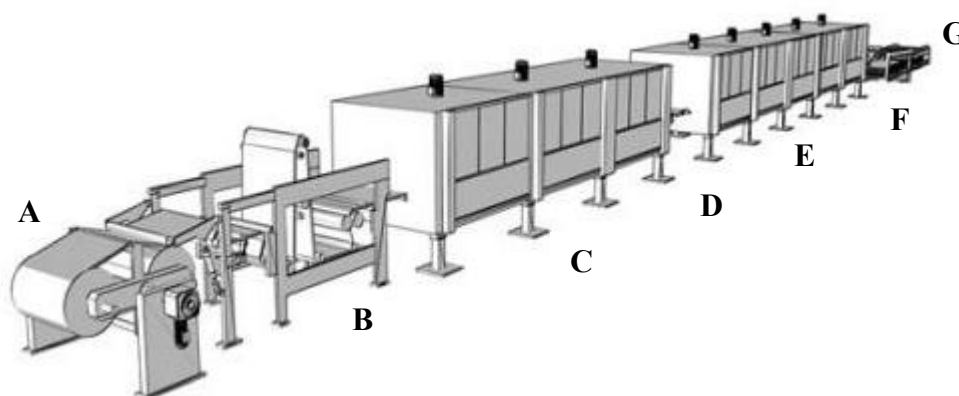


Figura 1.5. Esquema da máquina de impregnação (VITS). Fonte: Sonae Arauco.

No posto A, conforme demonstra a Figura 1.6, a bobina é carregada na máquina e desenrolada por meios de rolos que lhe conferem tração por todo o percurso na máquina. No posto seguinte, o papel previamente desenrolado é mergulhado num banho de resina ureica formaldeído com aditivos, que lhe irão conferir propriedades singulares consoante a especificidade necessária.



Figura 1.6. Desbobinador. Fonte: Sonae Arauco.

No posto C o papel é parcialmente seco para retirar alguma da humidade, sendo este processo efetuado através de um permutador de ar-fluido térmico que retira calor de um fluido térmico a alta temperatura, transformando-o em ar quente que é soprado para o forno. Findo este processo, o papel sofrerá um novo banho, mas desta vez será de resina melamínica distribuída uniformemente pelas suas duas faces. Enquanto o primeiro banho é imersivo, ou seja, o papel mergulha dentro da solução resinosa, o segundo banho o papel é efetuado através dos rolos de *coating* que possuem micro orifícios que banham o papel com as quantidades de resina desejadas. Este segundo tratamento resinoso permite obter melhores propriedades relativamente à resistência a fluidos corrosivos, à abrasão e ao risco, à penetração de líquidos, assim como melhor resistência a fissuras.

Após o processo anterior, o papel passará por um novo processo de secagem que irá secar o papel até uma humidade compreendida entre os 5% e os 7%. O processo de secagem é idêntico ao primeiro utilizado nos primeiros fornos. Segue-se o processo de arrefecimento por via de rolos de aço contendo no seu interior água fria. Este processo é necessário visto que as resinas impregnadas no papel são termo-reativas e, para garantir que a reação é interrompida, é necessário arrefecer o papel. Uma vez que o papel atinge a temperatura ideal, é necessário cortar o papel consoante a medida necessária e, assim, começa a última etapa que é responsável pelo empilhamento das folhas. As paletes de folhas empilhadas resultantes no final deste posto têm duas finalidades: consumo imediato ou armazenagem. No primeiro caso, estas seguem pelos carros até chegarem à máquina de

prensagem onde o papel é necessário. Por outro lado, se o objetivo passar pela armazenagem, as folhas seguem para o API.

O processo a jusante é o de prensagem das folhas de papel impregnado nas placas de PB e de MDF. Nesta zona, existem quatro máquinas: BP6, BP7, BP8 e BP9. A BP6 é uma máquina que só efetuava prensagem em placas de MDF, mas que atualmente está parada e em processo de desativação, sendo efetivamente a mais antiga. A BP7, em termos cronológicos, é a máquina mais antiga a seguir à BP6, mas com a particularidade de trabalhar com qualquer tipo de material (aglomerado ou MDF) e única máquina que produz acabamento com brilho. Segue-se a BP8 que conta com a característica de trabalhar com as referências de bobinas de menor dimensão, algo que as restantes máquinas não estão projetadas para tal. A Figura 1.7 reúne quatro fotografias desta linha, permitindo caracterizar as diferentes fases do processo de revestimento. Por último, a BP9 é a máquina mais recente da fábrica e única que, além dos produtos produzidos pelas outras máquinas, tem capacidade para produzir *embossing*. O *embossing* caracteriza-se por originar um produto final de melhor qualidade e mais apelativo em termos visuais e de toque, uma vez que apresenta uma aparência muito idêntica à madeira, tendo, por consequência, um valor acrescentado maior relativamente aos outros produtos.

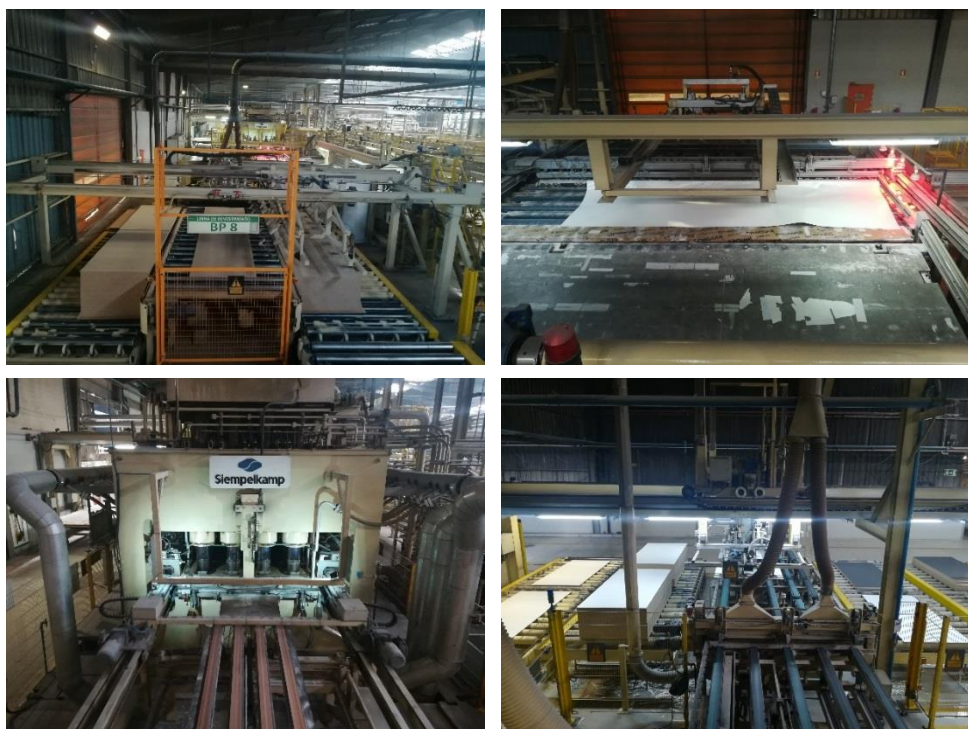


Figura 1.7. BP8. Da esquerda para a direita e de cima para baixo: Entrada de lotes de aglomerado de madeira; Formação da sandwich; Entrada da prensa; Formação de lotes de produto final. Fonte: Sonae Arauco.

O processo de revestimento é composto por cinco fases: formação da *sandwich*, prensagem, limpeza dos bordos, escolha e embalagem. A primeira fase começa com a colocação de uma folha de papel na mesa de preparação, posteriormente coloca-se uma placa de aglomerado por cima da folha e, por último, é colocada uma segunda folha por cima do conjunto anterior, formando-se, então, a designada *sandwich*. Após este processo, a *sandwich* é levada para a estação seguinte onde será prensada, resultando na placa impregnada. A limpeza dos bordos ocorre, pois, o papel acaba por exceder propositadamente o tamanho das placas, dando margem para o caso de a placa não ficar centrada com as folhas e vice-versa. Na escolha é feita uma inspeção visual pelo operador, classificando a placa, consoante os seus defeitos, como primeira, segunda ou terceira qualidade. Por último surge o loteamento onde as placas são empilhadas e seguem para o embalamento, sendo posteriormente expedidas para o cliente. As placas consideradas de primeira qualidade são aquelas que não apresentam nenhum tipo de defeito, estando em total conformidade com o exigido pelo cliente. As placas de segunda qualidade apresentam defeitos mínimos, como é o caso de, por exemplo, pequenas manchas e poderão seguir para o cliente caso assim o pretendam, mas com um valor menor. Por último, as placas de terceira qualidade são classificadas como refugo, sendo produtos que não estão em conformidade com as especificações mínimas de qualidade requeridas, apresentando defeitos grosseiros, como, por exemplo, cantos partidos ou papel mal colocado, e não poderão seguir para o cliente, pelo que o destino deste produto é o ponto de partida da madeira e seus derivados na fábrica, ou seja, serão trituradas.

1.4.4.2. Os armazéns

A fábrica dispõe de dois armazéns na zona da impregnação: o APS e o API. O APS destina-se ao armazenamento das bobinas com o papel que será posteriormente impregnado e o API destina-se ao armazenamento das folhas de papel impregnado. Existe ainda outro armazém (armazém Lagos), no entanto este armazém é externo, não se encontrando nas imediações da unidade fabril e tem como propósito armazenar todas as referências de bobinas consumidas, servindo como *buffer*. Este armazém retém as bobinas sem rotação (que já não são consumidas) e as referências exóticas (referências que são consumidas poucas vezes).

1.4.4.3. O Sistema ERP - SAP

A SAP é uma empresa alemã que desenvolve *softwares* de gestão empresarial, sendo o SAP ERP o *software* desenvolvido pela empresa e objeto de estudo uma vez que é o *software* adotado pela Sonae Arauco. O *Enterprise Resource Planning* (ERP) é um sistema de informação que integra todos os dados e processos de uma organização num único sistema, desde as finanças, passando pela contabilidade, recursos humanos, marketing, vendas, compras e produção. É um *software* desenvolvido para integrar os diversos departamentos das empresas, possibilitando a automação e armazenamento de todas as informações e dados transversais à atividade das empresas, podendo interligar os diversos agentes/intervenientes da cadeia de abastecimento das empresas de modo a gerir e coordenar mais eficientemente as operações. Tendo como noção o facto que liga as atividades de diferentes empresas, o ERP implica que exista uma relação de confiança entre as organizações e um fluxo livre de informações.

Este sistema necessita de ser fácil de organizar devido à quantidade de informações existentes, pois poderá haver uma propagação de erros caso sejam introduzidos dados errados. Uma vez que há dependência entre departamentos da empresa e a quantidade de dados é elevada, permite que a informação esteja disponível em tempo real uma vez que partilha as informações através da internet, porém a empresa está dependente do fornecedor do serviço ERP e do que ele oferece. Este serviço, devido à sua complexidade relativamente à quantidade de operações e informações que pode gerir, tem um preço elevado de implementação, porém, para empresas de grande dimensão, este investimento é justificável e necessário.

Para ser possível cumprir o objetivo do estágio com os melhores resultados, é necessário perceber o funcionamento do SAP ERP relativamente à movimentação de *stocks*. Como foi dito anteriormente, este *software* é bastante complexo na quantidade de informação armazenada, pelo que o foco passará apenas pela gestão de *stocks*.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Qualquer trabalho prático necessita de uma boa base teórica para fundamentar e justificar o trabalho desenvolvido, sem nunca pôr em causa a sua veracidade. Neste capítulo pretende-se explorar os conceitos usados para o desenvolvimento do projeto.

A análise detalhada destes conceitos permite entender melhor todo o projeto, permitindo analisar criticamente qualquer afirmação efetuada ao longo do capítulo do desenvolvimento.

2.1. Filosofia *Lean*

O *Lean* é um conceito originário do *Toyota Production System* (TPS), desenvolvido por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno [1], e surgiu em meados dos anos 50. Este conceito despontou após a necessidade de “fazer mais com menos”, isto é, quando se percebeu que havia a necessidade de produzir mais eficientemente, com menos desperdício e a menor custo. O princípio deste conceito assenta na redução do desperdício, sendo este descrito pelo modelo 3M: *Muda*, *Mura* e *Muri*. Estes três tipos de desperdícios são todo e qualquer desperdício, quer ao nível das operações, quer ao nível do serviço, pelo que são o foco de ação do *Lean*, onde são aplicadas diversas ferramentas para o reduzir [2].

O TPS é um sistema que pode ser descrito como uma casa suportada por dois pilares: o *Just-In-Time* (JIT) e o *Jikoda*. O foco deste sistema é a melhoria contínua e, para isso, estes dois conceitos devem fazer-se acompanhar um do outro. O conceito JIT é uma técnica de gestão que estabelece que o fornecedor produza o produto certo, na quantidade certa, com a qualidade desejada no tempo certo, sendo que os ideais associados a este conceito são: fluxo contínuo, sistema pull e nivelamento da produção. O conceito *Jikoda* é definido como sendo um processo automatizado, mas que esporadicamente necessita de intervenção humana, isto é, um processo automático, mas que necessita do auxílio de um operador sempre que ocorra um erro durante o processo produtivo, ficando o operador possibilitado de se focar em diversas máquinas ao mesmo tempo, permitindo à empresa reduzir a quantidade de mão-de-obra necessária. Este conceito é responsável pelos sistemas

de gestão visual que auxiliam o operador e tem como ideal os sistemas anti erro, tal como o *Poka-Yoke*.

O trabalho de Womack e Jones [2] permitiu que o conceito deixasse de ser unicamente aplicado no Japão, possibilitando que outras empresas crescessem e melhorassem devido a esta filosofia. Assim, esta difundiu-se e foi implementada noutros países.

2.1.1. Princípios chave do *Lean*

Womack e Jones [2] apresentaram cinco princípios que são explorados no pensamento *Lean*:

1. **Valor específico** – refere-se àquilo que o cliente está disposto a pagar e pretende do produto;
2. **Identificação do fluxo de valor** – comprime todas as ações e processos necessários para entregar um produto com valor para o cliente;
3. **Fluxo** – é alusivo ao bom funcionamento da linha de montagem, onde não existam interrupções nem falhas no próprio fluxo;
4. **Pull** – está associado ao propósito da produção ser *make-to-order*, ou seja, produzir algo após a sua encomenda, evitando assim *stocks* desnecessários;
5. **Perseguição pela perfeição** – está articulada com a melhoria contínua, isto é, com a constante procura de pontos a melhorar.

2.1.2. Desperdícios no *Lean*

As atividades podem e devem ser monitorizadas para perceber se existe algum tipo de desperdício presente. Relativamente aos “*Mudas*”, Ohno [1] identificou 7 tipos de desperdícios distintos:

1. **Transporte** – excessiva movimentação das pessoas e mercadorias;
2. **Inventário** – excesso de *stock* desnecessário;
3. **Movimentação** - quando é visível uma má organização do espaço de trabalho, onde o operador tem de efetuar movimentações dispensáveis, resultando numa má ergonomia;
4. **Espera** – quando existe inatividade das pessoas ou dos produtos, prejudicando o fluxo e em tempos de ciclo anormalmente altos;

5. **Sobreprocessamento** – refere-se à situação em que o produto é processado mais vezes do que as necessárias para ficar com o resultado esperado;
6. **Sobreprodução** – quando se produz em demasia ou muito cedo, resultando em *stock* desnecessário;
7. **Defeitos** – erros frequentes na produção, resultando em produtos com qualidade inaceitável ou até mesmo má performance na entrega de produtos.

Apesar de estarem descritos sete tipos de desperdícios, alguns autores referem que se deve considerar um oitavo tipo de desperdício: subaproveitamento da capacidade dos operadores. Este desperdício prende-se pela noção de, em algumas situações, não se aproveitar na totalidade a capacidade que um certo operador possa oferecer à sua função, no entanto não se verifica consenso relativamente a este desperdício, razão pela qual não foi mencionado simultaneamente com os outros desperdícios [18].

Ainda relativamente aos “*Mudas*” e tendo como vista as atividades fabris, estas dividem-se em atividades que adicionam valor e que não adicionam valor. As primeiras são as atividades indispensáveis que criam valor ao produto e que o cliente está disposto a pagar, enquanto o segundo grupo de atividades subdivide-se em dois tipos: *Mudas* do tipo 1 e *Mudas* do tipo 2. Os *Mudas* do tipo 1 são as atividades que não adicionam valor (desperdício), mas que são inevitáveis no processo produtivo, pelo que, na impossibilidade de serem eliminadas, devem ser reduzidas. Os *Mudas* do tipo 2 são as atividades que não adicionam valor ao produto e que são evitáveis, pelo que devem ser eliminadas.

No que diz respeito ao “*Mura*”, o desperdício identificado é o de irregularidade e inconsistência no trabalho, isto é, quando não existe balanceamento da produção, havendo períodos de sobrecarga e outros de subcarga ou, também, máquinas idênticas a operarem com diferentes cargas sem razão aparente. Por último, o “*Muri*” é a própria sobrecarga dos equipamentos ou dos operadores, designadamente quando se obtém uma situação em que o trabalho destinado a uma máquina é maior que a sua capacidade produtiva [1].

2.1.3. Ferramentas *Lean*

A filosofia *Lean* consolida diversas ferramentas, cada uma com a sua finalidade e propósito. Neste âmbito de estágio, não é necessário abordar todas as ferramentas, pelo que se irá focar nas mais preponderantes tendo em conta o propósito do projeto.

2.1.3.1. 5S

A metodologia dos 5S é uma técnica de gestão visual que auxilia na criação de uma cultura de disciplina, identifica problemas e permite gerir oportunidades para melhorias, sempre com a finalidade de reduzir o desperdício de modo a aumentar a eficiência operacional. Os 5S, com a tradução apropriada, significam: utilização, organização, limpeza, padronização e disciplina. Recentemente foi adicionado um novo “S” a esta metodologia: a segurança.

A explicação para cada um dos termos é fácil, pois quando se fala em “utilização”, refere-se à eliminação do que é desnecessário no local de trabalho; “organização” refere-se à organização do espaço de trabalho; “limpeza” refere-se à limpeza do espaço de trabalho; “padronização” refere-se à criação de normas e procedimentos que devem ser seguidos para manter os 3S anteriores; e a “disciplina” refere-se à melhoria contínua de cada um dos funcionários [3]. Portanto, a implementação da metodologia dos 5S resultaria, na teoria, na inexistência de desperdícios.

No entanto, convém realçar que este método é bom a curto prazo, mas recorrentemente falha a médio prazo, sendo a justificação para esta situação derivada do não cumprimento da metodologia. Como referido anteriormente, este sistema é fácil de ser implementado (até certo ponto), pois separar o que é necessário do desnecessário, organizar as ferramentas e limpar o local de trabalho pela primeira vez não necessita de grande investimento intelectual, até porque aumenta efetivamente a produtividade. Porém, o maior problema reside no cumprimento dos 4º e 5º S, ou seja, cumprir a padronização e ter disciplina. Se por um lado, seguir a padronização é algo que nem todos os colaboradores fazem (só o fazem a primeira vez, até que invariavelmente o espaço de trabalho volta a ficar igual ou pior do que estava aquando da implementação dos 5S) e é algo que eles podem fazer sem depender de aspetos intelectuais, para alguns funcionários ter disciplina relativamente a isso já é algo mais complicado, pois depende de pessoa para pessoa. Provavelmente, um operário mais antigo, habituado a trabalhar em condições mais precárias, não irá dar valor à mudança pois não está acostumado a operar num ambiente mais limpo e organizado, uma

vez que é “organizado dentro da própria desorganização”, podendo até dizer que não tem tempo para organizar o espaço de trabalho, mostrando resistência para o fazer.

É por estas razões supramencionadas que a metodologia 5S, apesar de ser boa e ajudar a melhorar os tempos de ciclo, tende a falhar continuamente. Por vezes torna-se difícil controlar ou moldar os pensamentos e o carácter das pessoas, de modo a conseguir melhores resultados.

2.1.3.2. *Poka-Yoke*

Atualmente, a empresa possui uma cultura de 5S muito enraizada, com diversas auditorias para averiguar se os 5Ss estão a ser cumpridos, dispendo de sistemas *Poka-Yoke*. Estes sistemas são anti erro, tendo como finalidade auxiliar os operadores e os gestores a manterem todos os materiais guardados nos sítios corretos e com a identificação de cada uma das ferramentas de apoio, seja através de marcações no solo ou de etiquetas. A Figura 2.1 e a Figura 2.2 exemplificam este sistema.



Figura 2.1. Guarda ferramentas de limpeza com *Poka-Yoke*. Fonte: Sonae Arauco.



Figura 2.2. Etiquetagem e delimitação de espaço para os cacifos e bengaleiro. Fonte: Sonae Arauco.

2.1.3.3. Kanban

Os sistemas de *loop* de cartões permitem uma coordenação dos recursos de transformação, dos recursos transformados e dos requisitos em termos de recursos, de modo a garantir que as operações sejam realizadas de uma forma eficiente e atempadamente [10]. Esta ferramenta serve como suporte do JIT, sendo este um dos pilares do TPS. Uma vez que é uma ferramenta inserida no mundo *Lean*, pode ser apoiada por outras ferramentas *Lean* de modo a aumentar a sua eficácia. No entanto, estes sistemas não garantem uma melhor qualidade dos produtos, não contribuem para a melhoria da eficiência do processo produtivo, não aumentam a eficiência das operações (não elimina “*Mudas*”, por exemplo), não aumentam a fiabilidade dos equipamentos (para isso é necessário considerar a TPM) e não reduzem os tempos de transporte ou de *setup* (ficando estes ao cargo da implementação de 5S, design do *layout* ou do SMED). Estes sistemas foram desenhados para reduzir a incerteza relativamente ao controlo da produção (é obtido um *feedback* acerca do estado do *shop-floor* em tempo real devido ao *loop* do cartão), coordenam o fluxo de produtos através do sistema permitindo a redução dos *stocks*, coordenam o fluxo de produtos consoante a disponibilidade dos recursos de transformação, permitem a redução do desperdício de espera e evita a sobreprodução. Simplificadamente, os sistemas de *loops* em cartões permitem controlar a produção, focando-se em todos os pontos que a ela dizem respeito [11].

Estes sistemas regem-se em dois princípios: o controlo *input/output* (para estabilizar a quantidade de trabalho que atravessa o *shop-floor*) e a redução de *stock* (para reduzir a quantidade de material que se encontra no *shop-floor*). Um *shop-floor* é

considerado estável se o *input* de trabalho for igual ao *output* de trabalho. Relativamente ao controlo do *input/output*, os sistemas de *loop* de cartões controlam o *input* de trabalho, retendo-o numa *pool* e controlando o seu lançamento até que se verifiquem as condições necessárias para o seu lançamento sem nunca ultrapassar os limites produtivos de cada posto de trabalho. Estes sistemas conduzem a postos de trabalho estáveis, não significando necessariamente que os mesmos se tornem eficazes ou eficientes.

Com estes sistemas é possível desenhar diagramas de *throughput*, os quais permitem analisar com facilidade a dimensão da *pool*, o trabalho enviado para o *shop-floor* pelos cartões e o trabalho concluído pelo *shop-floor*. Destes diagramas é possível retirar o tempo na *pool* (tempo que o trabalho espera até que seja inicializado), o tempo no *shop-floor* (somatório dos tempos de operação), o tempo de operação (somatório dos tempo de processamento, *setup* e de espera) e o *lead time* (tempo que o trabalho está no sistema, sendo este o somatório do tempo na *pool* e do tempo no *shop-floor*).

O sistema *Kanban* insere-se nos sistemas de *loops* de cartões, no entanto, devido à transformação do *modus operandi* industrial, este sistema sofreu alterações, pelo que não é um sistema necessariamente físico, isto é, não depende unicamente de cartões físicos para transmitir informação, pelo que poderá ser emitida informação via totalmente eletrónica. Os sistemas *kanban* funcionam através da emissão de cartões e do retorno dos mesmos ao posto de partida. A transmissão de informação através da via eletrónica permite que esta informação seja transmitida a uma maior velocidade. Deste modo, uma vez que a informação está disponível mais rapidamente, a produção começará ainda mais rápido comparativamente à transmissão de informação através de cartões físicos. Ao contrário dos sistemas *kanban* com cartões físicos onde um operador terá de se deslocar para levar o cartão ao posto inicial, a adoção de um sistema *kanban* digital requer que o operador leia um código de barras, um código *Quick Response* (QR), um chip *Radio-Frequency IDentification* (RFID) ou escreva informação no computador. Isto permite que a informação viaje muito mais rápido pelo sistema e que não se perca pelo caminho (isto é, o operador demorar a transportar a informação por alguma razão), ficando disponível num monitor no posto inicial. A informação poderá também ser impressa, mas este processo exige que o operador devolva a informação ao posto inicial, tornando o processo lento [12].

No entanto, apesar da evidência notória de que a informação viaja mais rápido via digital, a diferença de tempo final entre os dois sistemas *kanban* (físico e digital) é

praticamente nula. Este acontecimento revela-se devido ao tempo necessário para recolher e distribuir a informação digital, o que, para situações de curtas distâncias (mesma fábrica) poderá não justificar a adoção deste tipo de sistema. Em situações de longas distâncias, este sistema é mais benéfico uma vez que permite uma poupança de tempo efetiva e discrepante relativamente ao sistema físico.

Uma barreira à implementação do uso de um sistema digital de *kanban* passa pela dificuldade de adaptação dos operários, uma vez que estes poderão preferir aceder à informação em formato físico, devido às várias implicações que o sistema digital possa apresentar: o operador não ter acesso ou permissão para aceder à informação, necessidade de *login* na plataforma para ter acesso às informações e dificuldade em “trabalhar” as informações. Um sistema físico é mais valorizado pelos operadores pela facilidade de leitura das informações e pela conveniência, enquanto um sistema digital é mais valorizado pelos gestores [16].

Os *supermarkets* são inventários no fim de um sistema *pull*, sendo estes geridos através do *kanban*. O sistema produtivo pode e deve integrar simultaneamente o conceito de *supermarket* e o princípio FIFO, uma vez que assim é garantida uma maior performance. Quando existe um limite de *work-in-process* (WIP) na produção, significa que a empresa está perante um sistema *pull* e, com isso, beneficia de todas as vantagens associadas a este sistema. Quando não existe limite de WIP, a empresa está perante um sistema *push*. Ou seja, a produção por um sistema *pull* está limitada pela quantidade de trabalho que pode haver num sistema, enquanto num sistema *push* não existe limite, pelo que se irá produzir em demasia [13]. As vantagens do *supermarket* relativamente a um “armazém” normal recaem sobre a sua emissão de um sinal à produção acerca da saída de um certo material do sistema, permitindo também perceber quais os *stocks* de cada produto ajudando, assim, a gestão visual, devido à aplicação do princípio FIFO. O princípio FIFO deverá sempre ser utilizado uma vez é mais fácil de controlar e gerir o *stock* [14]. A implementação dos *supermarkets* deverá guiar-se por 10 regras [15]:

1. Usar os *supermarkets* para lotes de diferentes tamanhos;
2. *Supermarkets* à vista do cliente;
3. Usar um *supermarket* se um fluxo de material se divide;
4. Usar o *supermarket* entre diferentes tempos de ciclo;

5. Integrar o *supermarket* em situações de processos que operem em diferentes turnos;
6. Usar um *supermarket* se estão a criar variantes do produto;
7. Usar *supermarkets* para fluxos convergentes de material;
8. Os *supermarkets* são bons para processos com grande distância entre eles;
9. Usar os *supermarkets* em casos de alta procura de flexibilidade e tempo de reação;
10. Os *supermarkets* são bons para mudança de responsabilidade.

Nos sistemas de produção *pull*, quando um produto abandona o sistema, é emitido um sinal para se começar a produzir um novo produto. Este conceito é correlacionado com o sistema *kanban*, pelo que a emissão deste sinal é feita através de um cartão. Independentemente do tipo de inventário, se o limite de WIP se mantém, então estamos perante um sistema *pull*, pelo que não é necessário ter um *supermarket* para ter um sistema *pull*.

Os *e-kanbans*, ou *kanbans* digitais, têm de armazenar toda a informação numa base de dados desenhada para guardar a informação em tabelas diferentes consoante a máquina a que estão associados. Estas informações deverão incluir um número único a cada uma: quantidade, peso da bobina, tipo de papel e tamanho. Esta informação estaria disponível em todos os níveis e a quem tivesse permissão para aceder à mesma. Os operadores apenas teriam de inserir a velocidade de consumo da linha e a gramagem do papel (em princípio já estaria disponível pela especificidade do papel) para saberem quanto papel sobra no rolo de modo a controlar futuramente os gastos de cada tipo de bobina (se usam uma nova ou usam a velha, tendo sempre em conta a idade de cada uma) [16].

As informações presentes nos códigos de barras são atualizadas em tempo real e disponíveis de imediato através da leitura dos mesmos pelos *scanners*, atualizando a base de dados e, estando esta conectada ao SAP, permite que a informação esteja disponível para toda a empresa.

2.1.3.4. Gestão visual

A gestão visual é uma prática de visualização de informação e exibição de requisitos que definam qual a direção a tomar, onde destacam os problemas associados na produção de um certo posto de trabalho. De modo a sustentar este sistema, existem duas ferramentas que

auxiliam os operadores a obterem as informações necessárias e emergentes mais rapidamente [4]:

1. **Ferramentas de entendimento dos processos** - *Value Stream Mapping* (VSM), por exemplo;

2. **Ferramentas de desempenho dos processos** - ajudam o operador a perceber o estado atual e global do rendimento dos processos, de modo a controlar a eficácia e eficiência dos mesmos (ecrãs com os *Key Performance Indicators* (KPIs), por exemplo).

2.1.4. 5W2H

Após terem sido referidas algumas ferramentas *Lean* necessárias para a implementação deste projeto de tese, existe uma ferramenta que não se enquadra nesta categoria, mas que se torna essencial para apoiar qualquer projeto. O significado de cada uma das letras do acrónimo 5W2H está explícito na Figura 2.3.

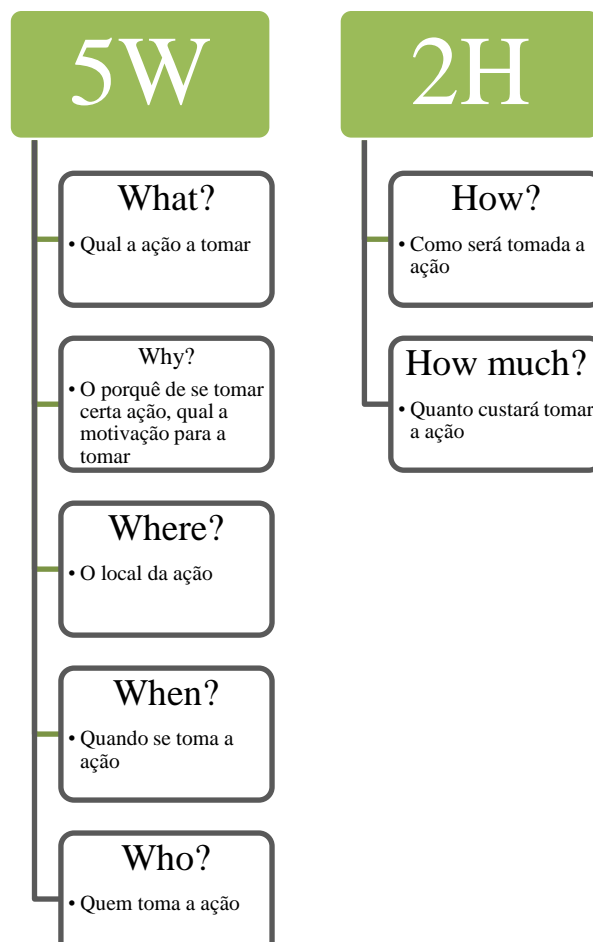


Figura 2.3. Esquema da ferramenta 5W2H.

Esta ferramenta de gestão permite criar um plano de ações eficiente, onde são estabelecidas tarefas com as especificações de quem as faz, quando e como, com foco também no porquê dessa ação e do custo que essa ação poderá ter [17]. Analisando a Figura 2.3, é perceptível que esta ferramenta é bastante simples, mas, como será provado de seguida, ela é bastante fácil de desenvolver e de aplicar.

Após a introdução desta ferramenta, notoriamente se percebe que se baseia em questões, à partida, fáceis, no entanto exige um *brainstorming* de modo a obter bons *outputs* para poder aplicar a ferramenta conforme necessário.

2.2. Armazéns

Os armazéns são instalações de apoio a qualquer empresa, sendo pontos de referência na cadeia de abastecimento onde o produto para, embora por tempo limitado, e onde é manuseado, podendo sofrer alterações de forma. Estas instalações consomem espaço e tempo, sendo estes dois recursos dispendiosos. Os armazéns, além de servirem o propósito de guardarem os produtos, têm outros usos e finalidades:

- Para garantir melhor o fornecimento com a procura do cliente;
- Para consolidar o produto.

Estas infraestruturas variam no seu tipo, ou seja, na sua finalidade, dependendo este fator dos clientes para os quais a empresa trabalha e serve [5]:

- Centro de distribuição de retalho;
 - Servem as lojas de retalho;
 - Encomendas de grande volume;
 - Encomendas previstas;
 - Fluxo de produtos elevado;
 - Conjunto de produtos variável com o pedido do cliente.
- Centro de distribuição de partes de serviços;
 - Armazenam peças de alto valor;
 - Encomendas incertas;
 - Produtos com ciclo de vida curto.
- Catálogo ou *e-commerce*;
 - Encomendas pequenas;

- Muitas encomendas;
- Taxa de resposta elevada.
- Armazém de concessão;
 - Economias de escala.
- Armazém de bens perecíveis.
 - Produtos permanecem pouco tempo;
 - FIFO;
 - Ambiente controlado.

2.2.1. Sistemas de gestão de armazéns

Um sistema de gestão de armazéns (SGA, ou WMS - *Warehouse Management System*) é um *software* complexo de controlo que apoia a gestão do *stock*, das localizações dos armazéns e dos operadores de modo a assegurar que as encomendas dos clientes são enviadas com rapidez. Este *software* tem dados acerca de todos os produtos presentes no armazém, desde o seu tamanho à sua localização no armazém, permitindo coadunar o fluxo dos operadores, das máquinas e do produto. Outra funcionalidade deste produto é o ordenamento das ordens de encomenda, ou seja, este *software* permite organizar e dispor por ordem e família de produtos as encomendas recebidas para ser mais fácil e intuitivo recolher os produtos necessários. Este *software* ainda permite obter uma rastreabilidade das encomendas de cada cliente [5].

Este produto é dinâmico, significando isto que sofre constantes evoluções e modificações para o melhorar, tais como introdução de novos produtos e atribuir-lhes uma localização disponível no armazém, bem como reajustar todas as outras localizações, coordenação do loteamento das encomendas dos clientes de modo a cumprir os planos de expedição e rastrear a produtividade dos operários [6].

Orientando a visão acerca do sistema supramencionado para a realidade da empresa, é possível afirmar que atualmente são utilizados dois *softwares* diferentes para a gestão do armazém. Um dos sistemas é o SAP, tendo já sido abordado anteriormente neste documento. Este sistema permite gerir o *stock*, ordenar os produtos por ordem e saber qual a localização do produto no armazém. Porém, o domínio deste *software* vai desde a gestão e planeamento, terminando no início do processo produtivo. Nesta fase será o *Shop Floor Control* (SFC) o responsável pela gestão do armazém, na medida em que permite saber que

quantidades existem e quais os movimentos efetuados por determinado material. Este *software* tem como domínio de ação o processo produtivo, sendo, portanto, utilizado pelos operadores e chefes de turno para gerir as ações no momento de produção.

2.2.1.1. Receção e expedição

Uma das valências deste sistema é a de registar a receção e a saída de produtos do armazém. Neste caso de estudo, é notório perceber que a diferença para o conceito geral desta característica do sistema não assenta na expedição do produto, mas sim do consumo da bobina para fazer papel impregnado e do seu retorno para o armazém.

2.2.1.2. Sistema de localização do stock

Em adição às funcionalidades do WMS, está o sistema de localização de *stock*. Este sistema permite efetuar uma melhor gestão dos espaços do armazém, simultaneamente com uma eficiente gestão do *stock* dos produtos. Este tipo de sistema permite obter uma rastreabilidade do tipo de material pela sua localização no armazém, podendo ser atualizado em tempo real desde que para isso a base de dados suporte esta funcionalidade.

2.2.2. Layout

O desenho do *layout* de um armazém tem a finalidade de minimizar a distância total percorrida pelos operadores que operam nele, bem como o tempo despendido nessas movimentações. Um desenho eficiente do *layout* do armazém permite reduzir esses desperdícios, tornando as operações mais eficientes [7]. Estas movimentações têm origem em diversas fontes, desde a atividade de receção dos produtos, de conferência, de arrumação, de *picking*, de preparação e de expedição dos mesmos.

A definição de um *layout* eficiente passa pela aglomeração das áreas de produtos com maior consumo próximas da zona de consumo para reduzir a distância percorrida e, conseqüentemente, utilizando o tempo de laboração dos operadores de forma mais eficiente, reduzindo os custos associados à manutenção do armazém. Outro fator importante a ter em conta no desenho de um *layout* eficiente no armazém passa pela facilidade de acesso aos materiais armazenados, pois se o acesso aos mesmos for dificultado, a resposta às ordens de consumo será mais lenta, bem como poderá incutir erros no processo, tornando os processos no armazém ineficientes [7].

Conforme as atividades descritas acima, o armazém, dentro do espaço físico disponível, necessita de as englobar nas áreas designadas para cada duma. Os desenhos genéricos de *layout* dos armazéns são dois: fluxo quebrado (em U) e fluxo direcionado, conforme representado na Figura 2.4:

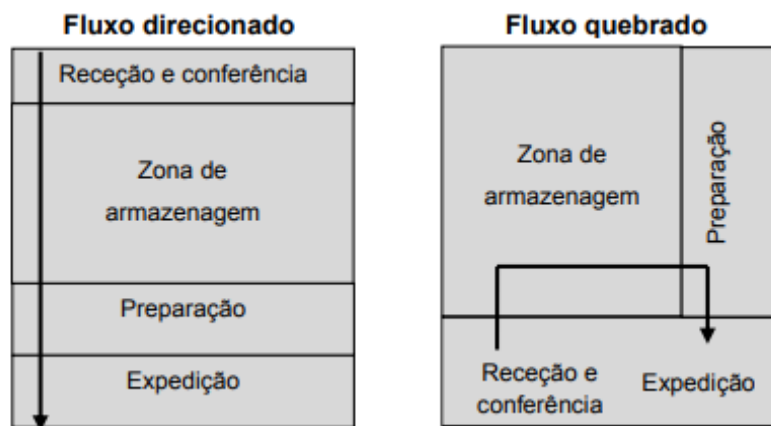


Figura 2.4. Demonstrações genéricas de *layout* do armazém. Fonte: Carvalho et al., 2011.

Analisando a figura anterior, é possível concluir o seguinte acerca de cada um dos modelos:

- *U flow*;
 - Receção e expedição no mesmo sítio do armazém;
 - Torna as localizações mais convenientes ainda mais convenientes e as menos convenientes ainda menos convenientes;
 - Apropriado quando o movimento do produto tem um desvio de ABC acentuado;
 - Providencia flexibilidade para a receção e expedição;
 - Uso mais eficiente dos empilhadores;
 - Permite a expansão do armazém pelas outras três faces.
- *Flow-through*.
 - Receção e expedição em sítios opostos no armazém;
 - Todos os fluxos fluem na mesma direção, havendo menos oportunidades de interferência;
 - Torna várias localizações de armazenamento em igual conveniência;
 - Menos localizações de maior conveniência;

- Apropriado quando o armazém é comprido e limitado;
- Reduz qualquer eficiência que seja ganha das transações de dois ciclos.

Após a análise das características supramencionadas, é importante olhar com atenção para outros fatores de modo a definir a localização dos materiais no armazém, entre os quais:

- Número de movimentações;
- Consumo dos materiais;
- Volume de ocupação;
- Peso;
- Outros.

Sendo os fatores anteriores genéricos para qualquer tipo de armazém, é necessário perceber qual o tipo de material que se está a manusear para ajustar e adaptar face à necessidade da empresa.

A zona destinada à receção e conferência é responsável pela própria receção do material e identificação do mesmo. De seguida, passando para a zona de armazenagem, esta é a zona onde os materiais são efetivamente armazenados, sendo a zona onde está investida a maior quantia de dinheiro, seja na forma de inventário, seja na forma de infraestrutura para armazenar o material. A zona de preparação, genericamente, está associada à organização de pequenos lotes quando se trata de material leve. Na situação de foco do projeto, como o material em estudo são bobinas que podem atingir uma tonelada de massa, esta zona não se encontra visivelmente delineada, no entanto pode-se considerar uma fusão desta zona com a zona de expedição que, nesta situação, é responsável por pegar a bobina e colocá-la na zona de expedição para ser consumida [7].

2.2.3. Sistemas de armazenagem

Após a análise dos diferentes *layouts*, é necessário passar para a análise dos diferentes sistemas de armazenagem que se podem encontrar nos armazéns. Não será necessário detalhar todos os sistemas, uma vez que nem todos se encaixariam no fundamento do projeto de estágio. Antes de escolher o sistema, será necessário analisar o tipo de material que será armazenado em cada armazém de modo a optar pelo sistema mais adequado. Cada um dos

sistemas apresenta as suas vantagens e desvantagens, pelo que a escolha do sistema ideal irá recair pelo balanceamento de cada uma das suas características [8].

2.2.3.1. Sistema de paletização seletiva

Este sistema é o mais popular no contexto industrial, sendo também o mais simples e barato. As atividades de carregar material nas prateleiras e de retirar são bastante rápidas, pois o material está logo à disposição. A Tabela 1 compara as vantagens e as desvantagens deste sistema.

Tabela 1. Vantagens vs. desvantagens: paletização seletiva.

Vantagens	Desvantagens
Disponível para diferentes capacidades de carga, tamanhos e configurações	Muitos corredores, ineficiência na utilização do espaço
Acesso imediato a todo o <i>stock</i>	Necessidade de muito espaço para alojar um grande volume de <i>stock</i>
Respeita a regra FIFO	Menor capacidade de armazenamento de paletes entre todos os sistemas
Facilidade para ajustar a altura das prateleiras	Maior tempo gasto no carregamento e <i>picking</i> de produtos
Barato	Não é rentável em termos monetários para armazenamento de alto volume
	Altura de armazenamento limitada

Este sistema é o atualmente adotado na empresa, pois permite a utilização de diferentes cargas, o acesso imediato a todo o *stock*, segue a regra FIFO, é configurável e barato. A Figura 2.5 demonstra este sistema.

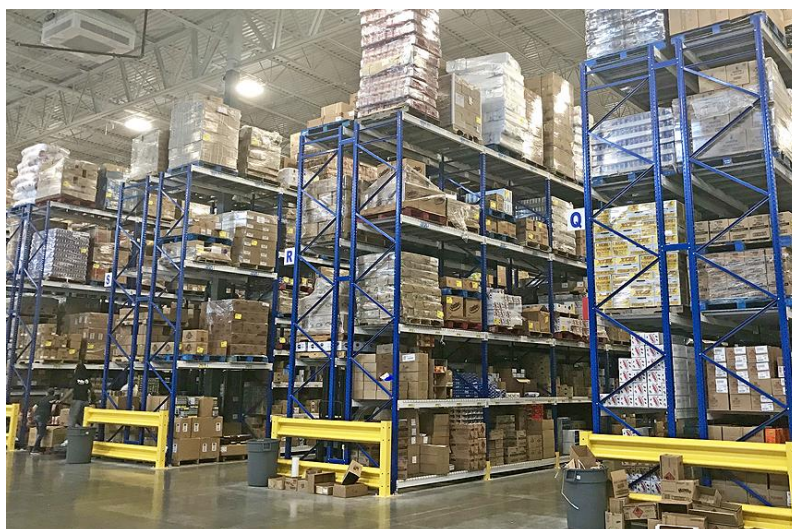


Figura 2.5. Sistema de paletização seletiva. Fonte: [8].

2.2.3.2. Sistema de paletização *drive-in*

Este tipo de sistemas permite maximizar a utilização do espaço em armazém devido à eliminação de corredores, uma vez que a zona de carga da prateleira é a mesma de descarga (nesta situação enfrenta-se a filosofia LIFO), onde os empilhadores poderão entrar pela prateleira para efetuar a operação de *picking*. Caracterizam-se por terem uma grande densidade de armazenamento, podendo armazenar muitos produtos da mesma referência, mas com pouca variedade. Notoriamente, face à necessidade de ter um sistema FIFO, este sistema é logo descartado. A Tabela 2 permite aprofundar a análise relativamente às vantagens e desvantagens deste sistema.

Tabela 2. Vantagens vs. desvantagens: paletização *drive-in*.

Vantagens	Desvantagens
Sistema mais rentável de alta densidade	Não é adequado para um armazém com muitas referências
Reduz até 35% as movimentações comparativamente ao sistema de paletização seletiva	LIFO
	A estrutura deve ser reforçada e mais sólida

	devido à entrada de empilhadores
	As paletes devem ter todas o mesmo tamanho

A Figura 2.6 permite perceber o tipo de sistema em análise.

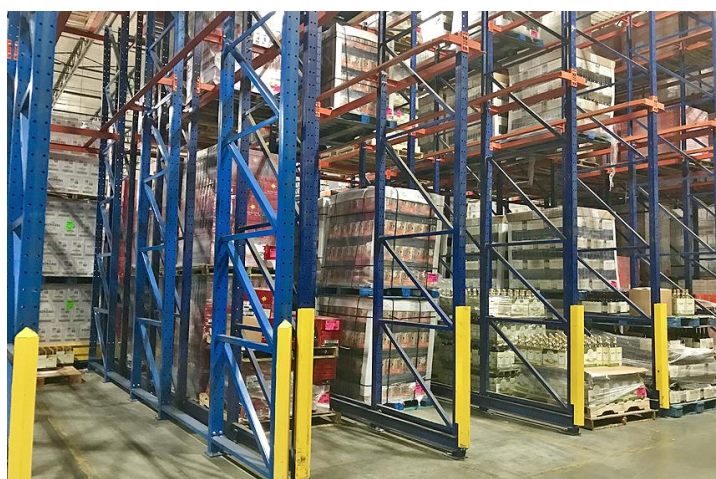


Figura 2.6. Sistema de paletização *drive-in*. Fonte: [8].

2.2.3.3. Sistemas de paletização *push-back*

O sistema *push-back* funciona através da deposição de uma paleta num dos carros do sistema e a paleta que se irá introduzir de seguida no sistema empurrará a paleta anterior, pois esta está assente num sistema de carretos. As vantagens e desvantagens deste sistema estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Vantagens vs. desvantagens: paletização *push-back*.

Vantagens	Desvantagens
Fácil acessibilidade ao produto, sendo cada linha para uma referência	Mais caro que o sistema anterior
Armazenamento de alta densidade e com maior flexibilidade para múltiplas referências	Custo de manutenção mais altos e de utilização
Pode ser configurável	

Este sistema poderá ser visualizado através da Figura 2.7.



Figura 2.7. Sistema de paletização *push-back*. Fonte: [19].

2.2.3.4. Sistemas de estantes de fluxo de paletes

Este sistema é indicado para situações onde haja um maior controlo e necessidade de respeitar a regra FIFO. No entanto, este sistema é dinâmico e, como o próprio nome indica, as paletes estariam sempre em movimento. O carregamento das prateleiras funciona num lado e o *picking* ocorre no lado oposto. As paletes movem-se desde a zona de carregamento até à zona de *picking* através da ação gravitacional, pois a altura da zona de carregamento é superior à zona de *picking*, pelo que o produto está constantemente a descer. No entanto, e para não criar problemas, o sistema dispõe de mecanismos de travagem para desacelerar as paletes. Em acréscimo ao sistema anterior, o sistema só aciona se a zona de *picking* estiver livre ou se tiver sido descarregada uma paleta. Para melhor perceber quais os pontos fortes e fracos deste sistema, procedeu-se a uma comparação entre as vantagens e as desvantagens na Tabela 4.

Tabela 4. Vantagens vs. desvantagens: estantes de fluxo de paletes.

Vantagens	Desvantagens
A rotação do produto é automática	Alto investimento
Cada linha é dedicada a uma única referência	Requer boas paletes
FIFO dinâmico e “obrigatório” – o próprio	Alta manutenção

sistema obriga que se respeite o FIFO	
	Referências limitadas
	Necessita de corredores para carregar e para descarregar

O sistema de estantes de fluxo de paletes pode ser percecionado pela figura, percebendo-se que a zona de carga da estante é a zona mais alta e a zona de descarga (ou *picking*) é a zona mais baixa.

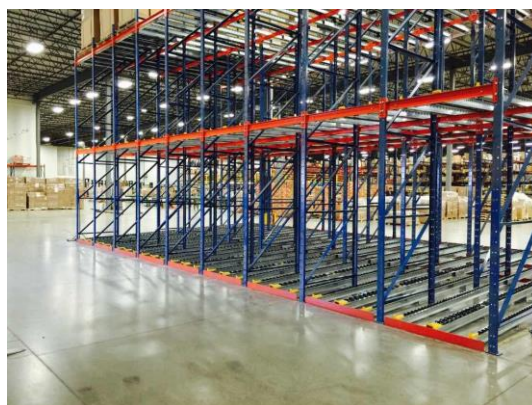


Figura 2.8. Sistema de estantes de fluxo de paletes. Fonte: [20].

2.2.3.5. Sistemas de estantes *cantilever*

Os sistemas *cantilever* são indicados para situações onde é necessário armazenar materiais compridos. Este tipo de sistema não necessita de estar fixo a uma parede do armazém, uma vez que é projetado para materiais leves. Caracteriza-se por ser um sistema onde o material é disposto em cima de vigas que sustêm o material, sendo utilizado para armazenar tubos, por exemplo. A Figura 2.9 demonstra o tipo de sistema em análise.



Figura 2.9. Sistema de estantes *cantilever*. Fonte: [8].

A Tabela 5 permite analisar eficientemente as características deste sistema.

Tabela 5. Vantagens vs. desvantagens: estantes *cantilever*.

Vantagens	Desvantagens
Larga margem de capacidade de carga	Alto investimento para projetar as estantes face ao tipo de material a depositar
Armazenamento seguro para qualquer tipo de ambiente	Potencial necessidade de reforço da base onde será fixado
Instalação rápida e fácil	Necessidade de corredores
	Inadequado para paletes
	Não garante a regra FIFO

2.2.3.6. Comparação entre sistemas

Após a apresentação dos sistemas disponíveis que poderão ser adotados em armazéns, é necessário analisar profundamente cada um dos sistemas de modo a poder excluir aqueles que menos se encaixam nas necessidades do armazém.

O sistema de paletização seletiva, tal como anunciado anteriormente, é o sistema mais popular no contexto industrial. Este sistema é o mais versátil, barato e simples, não exigindo grande dedicação à manutenção do mesmo. Além das vantagens enumeradas, apresenta como grande valia a regra FIFO, sendo este fator crucial para o armazém em estudo. Apesar de se perder espaço de armazenamento devido à necessidade de muitos corredores, compensa pelas suas vantagens. Este sistema é, também, ideal para situações em que existe um grande número de referências, mas em baixa quantidade.

O sistema *drive-in* demonstra grande capacidade de armazenamento em menor espaço, apresentando uma densidade de armazenagem maior. No entanto, não é indicado para situações onde se manuseiem muitas referências e rege-se pela regra LIFO, sendo as duas desvantagens cruciais para excluir este sistema.

O sistema *push-back* é um sistema dinâmico, pelo que, apesar da semelhança ao sistema anterior na elevada densidade de armazenamento, poderá criar instabilidade nas bobinas através da movimentação dos carros onde as bobinas estão depositadas, havendo a necessidade de utilizar paletes neste processo. Em adição a esta desvantagem surge, tal como no caso anterior, a regra LIFO. Por estas razões, este sistema é descartado, pois não cumpre os requisitos necessários.

O sistema de estantes de fluxo de paletes, tal como o sistema *push-back*, é dinâmico, significando que as bobinas estariam em constante movimento, podendo resultar em problemas de estabilidade. Como valências, este sistema apresenta um FIFO dinâmico e obrigatório e cada linha de armazenamento é dedicado a uma única referência. Por outro lado, este sistema obriga a um grande investimento na aquisição e na manutenção, bem como não permite um grande número de referências.

Por último, o sistema *cantilever*, apesar de permitir uma grande capacidade de carga e ser fácil de instalar, não é adequado para bobinas de papel na medida em que o armazenamento das mesmas teria de ser feito com as bobinas deitadas, podendo existir, a médio prazo, danos devido à flexão. A própria projeção das estantes obrigaria a um grande investimento devido aos reforços estruturais necessários para este tipo de material. O maior entrave à adoção deste sistema prende-se pela não garantia do cumprimento da regra FIFO, pelo que seria excluído.

Em suma, os sistemas *drive-in* e *push-back* são logo excluídos devido a guiarem-se pela regra LIFO. Do mesmo modo, o sistema *cantilever* é descartado por não garantir que a regra FIFO é respeitada, bem como a possibilidade de danificar as bobinas por flexão. O sistema de estantes de fluxo de paletes, além do alto investimento a que obriga, sendo dinâmico poderá danificar as bobinas. Além desta restrição, necessitaria sempre de uma paleta para armazenar as bobinas ou, em último caso, de uma adaptação para bobinas. Por estas razões, este sistema seria descartado ficando, assim, o sistema de paletização seletiva o único viável para armazenar as bobinas. Apesar da perda de capacidade de armazenamento, este sistema garante o FIFO e não obriga a grandes investimentos, tanto ao nível da aquisição

como da manutenção. A necessidade para tornar o armazém mais eficiente passaria pela organização das referências para facilitar o processo de *picking* e padronizar as localizações para cada referência. Deste modo, este seria o sistema mais simples para efetuar esta ação.

2.3. Tecnologias de armazenamento de dados

As tecnologias de armazenamento de dados digitais são sistemas que permitem armazenar uma grande quantidade de dados em diferentes formatos, podendo estes serem acedidos através de um *scanner* dedicado para o efeito. Existem três tecnologias distintas para armazenar dados, sendo que cada uma delas possui o seu próprio leque de características: sistema de código de barras, código QR e RFID.

Para melhor entender as diferentes características de cada uma das tecnologias descritas anteriormente, é concludente realizar uma análise comparativa através do auxílio da Tabela 6 [9].

Tabela 6. Tabela comparativa entre as tecnologias de armazenamento de dados.

Atributo	Código de barras	Código QR	RFID
Necessidade de estar à vista para ser lido	Sim	Sim	Não
Alcance da leitura	Centímetros	Centímetros	RFID passivo: até 9 metros RFID ativo: até 100 metros
Identificação	Só o tipo de item	Cada item de forma exclusiva (limitado)	Cada item de forma exclusiva
Leitura/escrita	Apenas leitura	Apenas leitura	Leitura e escrita
Tecnologia usada	Ótica (laser)	Ótica (laser)	Radiofrequência

Automação	Dependência do operador	Dependência do operador	<i>Scanners</i> fixos e independentes
Atualização	Não pode ser atualizado	Não pode ser atualizado	Pode ser atualizado na mesma etiqueta
Rastreabilidade	Manual	Manual	Não necessita do operador
Capacidade de informação	Limitada	“Média”	Alta
Robustez	Não	Não	Sim
Confiabilidade	Etiquetas enrugadas e borradas não funcionam	Etiquetas enrugadas podem funcionar, 30% de recuperabilidade de informação	Leitura quase impecável
Capacidade de dados	Até 20 caracteres	Até 7089 caracteres	Desde 100 a 1000 caracteres
Dependência da orientação para a leitura	Sim	Não	Não
Custo marginal	0.01\$	0.05\$	0.05-1\$

A tecnologia RFID exige um esforço financeiro elevado para a sua implementação, bem como no seu uso contínuo, ou seja, no custo associado a cada etiqueta. É possível perceber pela tabela anterior que a discrepância de preços é acentuada, no entanto as funcionalidades acrescidas desta tecnologia são significativas. Uma vez que a política atual da empresa não passa pela implementação desta nova tecnologia devido aos custos associados à mesma, é necessário olhar para as outras duas tecnologias.

O sistema de código de barras é a tecnologia atualmente usada na fábrica, até pela sua facilidade de implementação, de uso e pelo seu baixo custo. No entanto, face à evolução da indústria e à necessidade de armazenar cada vez mais informação, é crucial olhar para uma alternativa à mesma, tendo como base a análise da tabela anterior. Comparando esta tecnologia com a tecnologia de código QR, rapidamente se percebe que a grande vantagem do código QR é a sua capacidade elevada de armazenar informação, enaltecendo o facto de que a etiqueta associada não necessita de ser tão grande quanto a etiqueta do código de barras e, também, a sua capacidade de manter alguma informação intacta mesmo que a etiqueta esteja danificada [9].

O código QR apresenta outra característica interessante relativamente ao código de barras que se prende pelo equipamento necessário para a leitura do código. A leitura de um código de barras é feita através aparelho emissor de um feixe de laser que lê o código de barras da esquerda para direita, onde as barras negras absorvem o laser e as barras brancas refletem a luz proveniente do laser. Um foto díodo presente no aparelho mede a luz refletida e transforma-a num sinal elétrico, sendo este sinal posteriormente convertido para um sinal digital, correspondendo este processo à leitura do código. O código QR, ao contrário do código de barras que só armazena informação numa dimensão, armazena informação a duas dimensões, conforme a figura seguinte:



Figura 2.10. Código QR e código de barras. Fonte: [9].

Este sistema não necessita de um aparelho emissor de feixe de laser para ler a informação presente no código, ao contrário do que acontece no caso do código de barras, sendo apenas necessário um *smartphone*. Os *smartphones* mais recentes estão capacitados para lerem este tipo de códigos através da sua câmara, pelo que, facilmente e sem necessidade de grande investimento por parte da empresa na compra de aparelhos e/ou na formação dos operários para utilizar este meio, o operário consegue rapidamente ler o código e encaminhar a informação para uma base de dados dedicada.

A empresa necessita de ter várias informações armazenadas relativamente às bobinas, como é o caso do seu peso, gramagem, tipo de papel, cor, largura, data de receção,

data de uso, posição no armazém, validade (se necessário), etc. Um código de barras para armazenar toda esta informação seria muito extenso e provavelmente nem teria a informação toda armazenada. O código QR permitiria armazenar toda esta informação em menos espaço e com maior segurança relativamente à confiabilidade numa leitura futura do código.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

3.1. Análise aos armazéns

O projeto iniciou-se com a análise detalhada de cada um dos armazéns mencionados anteriormente (APS e API). Esta análise visou as características físicas do API (dimensões, *layout*) e, ambigualmente aos dois armazéns, perceber qual a distribuição das referências e realizar um estudo para otimizar esta distribuição conforme o consumo de cada uma.

3.1.1. Armazém de papel seco

Começando a análise pelo APS, através de um documento retirado da plataforma SAP, foi possível averiguar quais as referências existentes, quais os diferentes tipos de bobinas existentes (tamanho e papel) e quais os consumos de cada uma, bem como as quantidades armazenadas. Foi possível perceber que existem 3 grandes categorias de bobinas no armazém, estando estas divididas em 4 subcategorias: bobinas de 12XX (1220-1240) mm, bobinas na gama de 18XX (1820-1825-1830-1850) mm e bobinas na gama de 2XXX (2070-2100-2120) mm, subdividindo-as pelos diferentes tipos de papel: fantasia (sigla F), lisas (sigla L), madeiras (sigla M) e brancos (sigla B).

Após analisar as referências de bobinas utilizadas no espaço temporal de um ano (Janeiro de 2018 a Abril de 2019), foi possível perceber que o armazém está desajustado para a realidade atual da empresa. Há prateleiras para referências que já não se consomem e há referências com muito consumo que não têm espaço de armazenagem definido. De referir que as referências com pouco uso estão armazenadas no armazém externo. Estas situações criam problemas no próprio armazém uma vez que aumentam o número de deslocações desnecessárias dos empilhadores, aumentam a desordem no armazém visto que há bobinas armazenadas em locais que não estão designados para as mesmas e existem espaços vazios que podiam estar a ser utilizados.

O critério utilizado para determinar quais as referências que deveriam ter um espaço reservado nas prateleiras e quais deveriam ser transferidas para o armazém externo,

baseou-se numa análise dos consumos de cada referência e na eliminação das referências que tiveram um consumo médio abaixo de 0.6 bobinas por semana.

Estas ações relativamente à descontinuidade de certas referências no armazém interno permitem alocar os lugares a outras referências que necessitam de espaço, eliminando, desta forma, o armazenamento destas referências noutros sítios que não são os indicados para o efeito. Adicionalmente, esta medida também permite eliminar *Mudas* de movimentação, pois as bobinas estarão todas armazenadas na mesma zona e o operador não terá de procurar a bobina necessária sem estar referenciada num local específico.

Foi possível identificar ainda um erro ao nível das bobinas de 12XX mm, uma vez que estas não estão armazenadas por ordem numérica como está o resto do armazém, mas sim de forma aleatória. Existe também um problema relativamente à contabilização das bobinas usadas, ou seja, aquelas que não são consumidas na sua totalidade nas VITSs. Acabam por ficar restos de bobinas mais pequenas espalhadas pelo armazém, muitas das vezes fora da área reservada para as mesmas, e, numa futura necessidade daquela referência, não são consumidas com prioridade. Cada uma das zonas destinadas a cada referência está identificada com um rótulo, conforme a Figura 3.1 evidencia.



Figura 3.1. Rotulagem para cada referência. Fonte: Sonae Arauco.

O *layout* atual não é funcional, havendo excesso de movimentações do empilhador, chegando mesmo ao ponto onde o operador tem de pegar numa bobina para retirar outra bobina de outra referência que está por trás dessa. Existem também bobinas espalhadas de forma aleatória, dificultando a movimentação do empilhador. O empilhador usado para transportar as bobinas é um empilhador de pinças, sendo este um sistema

diferente do sistema convencional de garfos. A Figura 3.2 permite perceber o sistema implementado no empilhador.



Figura 3.2. Empilhador de pinças. Fonte: Sonae Arauco.

A solução passa por deixar junto ao “corredor” do empilhador e junto à zona de carga das VITs as referências de maior consumo, seguindo uma sequência lógica pelo tamanho das bobinas e, de seguida, pela ordem das referências (B, F, L e M), avançando sempre desde as unidades (ex: F002) até às décimas e, conseqüentemente, centenas e milhares (ex: F012, F325 e F1423). Apesar das bobinas estarem dispostas por ordem alfabética e por ordem de tamanho, a sua ordem numérica, em alguns dos casos, não se verifica.

O APS tem um formato retangular, com as dimensões de 36 m por 15 m, tendo a particularidade de, no fundo ao lado esquerdo, sofrer uma supressão nos últimos 8 m, ficando com uma largura de 10 m. As bobinas estão dispostas neste armazém em prateleiras de 3 níveis (chão, 1º nível e 2º nível) em módulos de 2 m de largura, 1 m de profundidade e altura configurável. Os corredores entre as prateleiras estão espaçados em 4 m.

As bobinas de 12XX ficam no 2º nível, até pelo risco de falta de estabilidade de se armazenarem bobinas de tamanho maior nas prateleiras mais altas, pelo que no 1º nível e no chão ficam as restantes bobinas. As bobinas estão distribuídas pelo armazém pelo tamanho, como já referido, pelo que, sem contar as prateleiras de cima onde estão armazenadas as bobinas mais pequenas, as bobinas de tamanho médio estão armazenadas junto à zona de carga para a impregnação e as bobinas maiores estão no fundo do armazém. Existe ainda uma zona designada só para as bobinas de papel branco, sendo denominada de zona de brancos, estando esta mais próxima da zona de carga para a impregnação.

Após uma consulta dos consumos, é possível perceber que as bobinas brancas são as que representam maior consumo na impregnação, pelo que se percebe a sua proximidade da zona de carga da impregnação, porém não estão ordenadas consoante o seu consumo efetivo. De referir que as bobinas brancas de menor tamanho não estão armazenadas nesta zona, mas sim nas prateleiras superiores juntamente com as bobinas de tamanho igual. Todas as outras referências de bobinas, independentemente do seu tamanho ou tipo de papel, estão distribuídas conforme a ordem apresentada anteriormente. Nota-se que não existe um cuidado de deixar mais perto da zona de carga para a impregnação as referências com maior consumo. A Figura 3.3 permite perceber a disposição do armazém.



Figura 3.3. Armazém de papel seco. Fonte: Sonae Arauco.

À parte deste armazém, existe uma zona com bobinas armazenadas que não estaria projetada para tal, sendo uma zona de armazenagem de placas de MDF. Denota-se que existiu uma necessidade de armazenar bobinas noutra local que não o indicado devido à falta de atualização do *layout* e de referências consumidas, bem como da falta de espaço no armazém devido ao seu tamanho. A Figura 3.4 demonstra o caracterizado.



Figura 3.4. Zona não destinada ao armazenamento de bobinas. Fonte: Sonae Arauco.

Existe ainda outra zona designada para as bobinas em trânsito e para as bobinas para transferir. Esta zona está mais distante da zona de carga para a impregnação, estando disposta numa zona reservada para o efeito. Uma característica desta zona é a facilidade de acesso à mesma pela receção de bobinas do exterior, sendo uma característica benéfica e essencial para este caso. A Figura 3.5 permite visualizar o indicado.



Figura 3.5. Zona de bobinas em trânsito e para transferir. Fonte: Sonae Arauco.

As bobinas durante o processo de impregnação nem sempre são consumidas na sua totalidade, sobrando sempre restos de bobinas que são posteriormente armazenados. Perante esta situação, há necessidade de contabilizar as bobinas que são novamente armazenadas, além da quantidade e o sítio onde são armazenadas, pois estas terão uma maior prioridade relativamente às bobinas novas.

Outra questão prende-se pelo tamanho das bobinas. As bobinas diferem entre si pelo seu tamanho (12XX, 18XX e 2XXX), tipo de acabamento (L, B, F e M, que está associado um número para designar e diferenciar as diferentes referências), gramagens de papel (espessura, variando esta entre as 50gr e as 160gr) e peso. E aqui é que está presente a maior limitação na contabilização do tamanho (em termos de peso) das bobinas. As bobinas não têm um peso *standard*, podendo a mesma referência ser considerada nova se vier com 200kg ou se vier com 1000kg. Em termos de contabilização do *stock* presente no SAP para dada referência de bobina, não se sabe se os, por exemplo, 357kg de uma bobina são o peso de uma bobina nova ou se os 852kg de uma bobina são o peso de uma bobina usada. No SAP apenas aparece a referência da bobina juntamente com o peso da mesma, não havendo indicação se esta é uma bobina nova ou usada. Entenda-se por bobina usada uma bobina que já tenha sido consumida parcialmente, isto é, se a quantidade de papel disponível não é a mesma que aquela encomendada e rececionada.

3.1.1.1. Layout atual e novas propostas

O ANEXO A dispõe de uma demonstração rigorosa do APS e de sete demonstrações de propostas para novos *layouts* no armazém. O número indicado no canto superior esquerdo de cada demonstração representa o número de módulos presentes em cada demonstração. Estas novas propostas foram geradas através da análise do *layout* atual e, em consonância com uma rigorosa reprodução dos módulos de armazenamento e do espaço físico do armazém, foi possível redesenhar novos *layouts* que poderiam, de certa forma, aumentar a capacidade de armazenamento. Estas disposições foram também projetadas com a noção clara dos pontos de receção e de expedição com o intuito de diminuir as viagens do empilhador.

Direcionando a atenção para o *layout* atual, é possível perceber que não se adequa às necessidades de armazenamento por apresentar uma zona destinada às bobinas brancas, mas que não se encontram em prateleiras designadas para as mesmas, estando desordenadas nessa zona. É possível verificar que as infraestruturas atuais de armazenamento oferecem 67 módulos para armazenar bobinas.

Relativamente à proposta 1, esta oferece maior capacidade de armazenamento, no entanto é possível verificar que, no corredor direito, o espaçamento entre a prateleira e a parede do armazém é de apenas 2 m, sendo que atualmente o espaço necessário para o

empilhador operar é de 4 m. Se se desconsiderar todas as prateleiras deste corredor, é perdida uma capacidade de 15 módulos.

Focando na proposta 2, este *layout* possui uma capacidade de apenas 57 módulos, ficando aquém do *layout* existente atualmente.

A proposta 3, tal como a proposta 1, apresenta a mesma limitação ao nível do corredor direito, pelo que esse corredor teria de ser desconsiderado. Desta forma, perder-se-ia capacidade de armazenamento. De notar que, desvalorizando a situação exposta anteriormente, esta proposta oferece uma maior capacidade de armazenamento.

A proposta 4, por sua vez, respeita a limitação do espaço para movimentação do empilhador em todos os corredores e, na extremidade do armazém, apresenta uma configuração semelhante à situação atual. Percebe-se desde logo que esta configuração oferece, ainda que em pequeno acréscimo, uma maior capacidade de armazenamento face à situação atual (onde não se considera o espaço onde estão as bobinas de *embossing*).

A proposta 5 respeita em todos os corredores a distância mínima de movimentação para o empilhador e, em acréscimo, apresenta uma maior capacidade de armazenamento. No entanto, obrigaria a uma reestruturação de todas as prateleiras, sendo isto algo que poderá não ser implementado tendo em conta o acréscimo de capacidade de armazenamento.

A proposta 6 assemelha-se à proposta 4, no entanto é perceptível que os três primeiros corredores apresentam uma extensão superior à outra proposta, ocupando a zona que atualmente está designada para os brancos. Um problema desta abordagem é a eliminação da zona dos brancos, sendo esta zona imprescindível.

Por último, a proposta 7 apresenta a mesma limitação que as propostas 1 e 3, mas, como é perceptível, é das que exhibe uma maior capacidade de armazenamento.

Atentando a todas as considerações realizadas anteriormente, nota-se que as propostas de novos *layouts* que se ajustam mais à realidade e necessidade atual são as propostas 4, 5 e 6. De forma a filtrar o resultado da exclusão anterior, é necessário passar a comparar as três propostas anteriores. Desta forma, constata-se que a proposta 6 é semelhante à proposta 4 e apresenta maior capacidade de armazenamento devido à extensão das primeiras três prateleiras, mas, por isso mesmo, perde-se a zona dos brancos e seria eliminada, pelo que a proposta 4 seria escolhida em detrimento da 6. Comparando a proposta 5 com a 4, é possível verificar que a primeira perde em termos de capacidade de

armazenamento e possível orientação do empilhadorista devido ao excesso de corredores, no entanto não forma o corredor central do armazém que não serve nenhum propósito.

Por último, é necessário comparar efetivamente a proposta 4 com o estado atual. Como se observa, a proposta 4 oferece mais armazenamento que o estado atual, porém é perceptível que, acrescentado prateleiras na zona onde está o *embossing* atualmente, o *layout* atual é o que apresenta uma capacidade de armazenamento maior passando, com esta implementação, de 67 para 74 módulos.

3.1.1.2. Danos nas bobinas

Como em qualquer tipo de armazém, as bobinas sofrem movimentações dentro deste espaço e, durante essas ações, podem sofrer danos de variadas fontes. Um cuidado a ter, principalmente neste tipo de material, é a necessidade de garantir um bom manuseamento e deposição no seu lugar no armazém para o não danificar devido à sua elevada sensibilidade.

Como é possível observar na Figura 3.4, as bobinas que se encontram no nível zero são armazenadas diretamente no solo. Em caso de inundação ou fuga de líquidos no solo, estas bobinas seriam atingidas e passariam a ficar inviabilizadas. Em adição a este inconveniente, está a questão da própria deposição diretamente no solo. As bobinas ao serem descarregadas do camião e armazenadas no solo, apesar do cuidado do empilhadorista, poderão sofrer estragos na face que toca no solo, criando um desperdício de papel.

Estes estragos podem surgir de duas situações distintas: o empilhadorista não adequa a velocidade de descarga da bobina, que fica amassada na face inferior, ou o solo tem saliências na sua estrutura, como pedras ou outro material, e esta fica “dentada”, estragando toda a bobina. Outro dano que pode surgir, que também é classificado de “dentada”, poderá ocorrer devido à menor sensibilidade do operador no momento de “agarrar” a bobina com o empilhador de pinças. Estas situações, em conjunto com a situação dos agentes líquidos, poderão ser evitadas se, no nível zero, forem adotadas plataformas com uma distância ao solo e, transversalmente a todos os níveis do armazenamento, forem colocadas nas bases das prateleiras algum material esponjoso que absorva a deposição, mas que garanta a estabilidade da mesma.

Além destas situações que poderão inviabilizar bobinas inteiras, existe outra que poderá levar a um grande desperdício das mesmas. No momento em que uma bobina não é usada na sua totalidade e é necessário retorná-la ao armazém. Se o operador responsável por

a devolver não embalar novamente em condições, ela poderá desenrolar levando a um desperdício. A movimentação do empilhador dentro do armazém poderá tornar-se numa situação onde se danificam bobinas caso o operador não tenha o devido cuidado no manuseio do veículo ou se o armazém não dispõe de espaço suficiente para estes manobrem.

De forma a sintetizar a informação apresentada anteriormente, será exibido um diagrama de *Ishikawa* (comumente denominado de diagrama de peixe). Este diagrama permite, de forma visual, reter a informação mais rapidamente e indicar a que tipo de causa raiz determinado problema está associado.

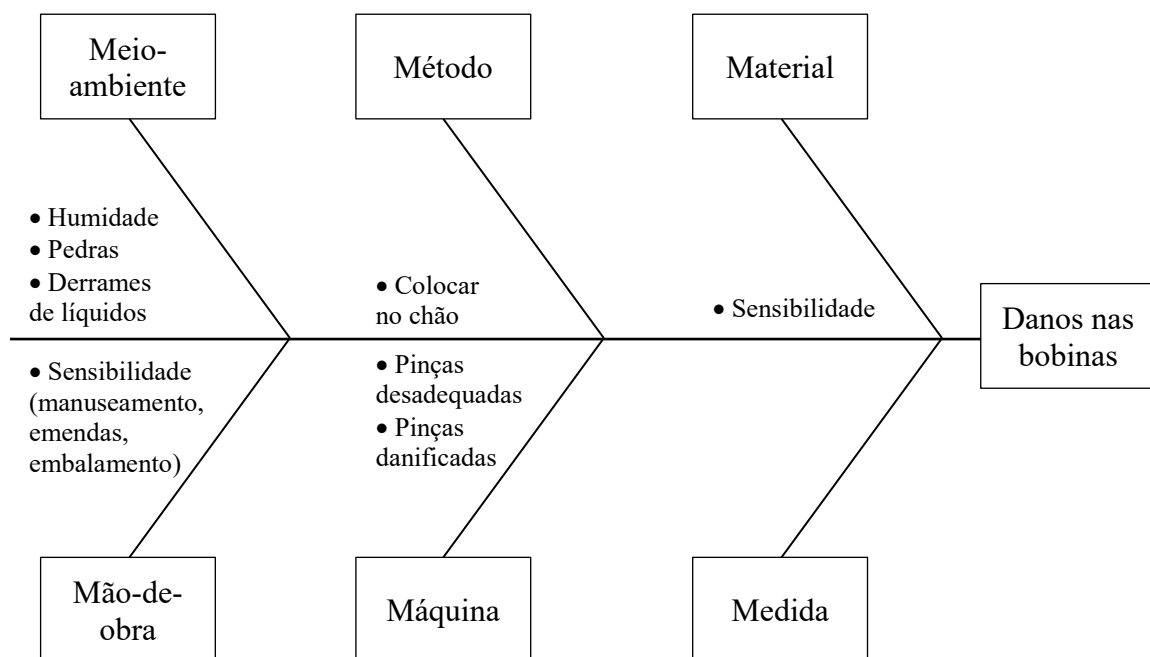


Figura 3.6. Diagrama de Ishikawa - Danos nas bobinas.

3.1.2. Armazém de papel impregnado

Redirecionando o foco para o API, este armazém é composto por duas prateleiras separadas por um elevador que se desloca por meio de carris. No final do processo de impregnação, as folhas impregnadas são empilhadas numa paleta e, quando a ordem de fabrico estiver completa, isto é, quando a quantidade de folhas estiver feita conforme a necessidade, a paleta é transportada através de carros de rolos até às linhas (se forem para se consumirem na hora) ou até ao API. Uma vez no API, o elevador transporta e armazena as paletes nos sítios designados para cada tipo de papel.

Os papéis impregnados têm a particularidade de possuir uma data limite até serem consumidos de, aproximadamente, 15 dias. A humidade do ar e a temperatura

necessitam de ser controlados para não existir uma situação onde o papel se cole entre si, estragando assim lotes que possuem um valor avultado. De igual forma, a atmosfera necessita de ser controlada para não existir contaminação dos papéis com poeiras, que mais tarde se irão revelar como defeitos nas linhas de prensagem. O elevador necessita de um operador para o controlar e escolher a palete necessária para a produção, no entanto o elevador está a sofrer um processo de automatização para realizar este processo de forma automática e independente, libertando assim o operador para outras tarefas que requeiram a sua presença. A Figura 3.7 mostra o API, onde na primeira imagem observa-se o armazém em todo o seu comprimento e na segunda imagem é possível visualizar o robot.

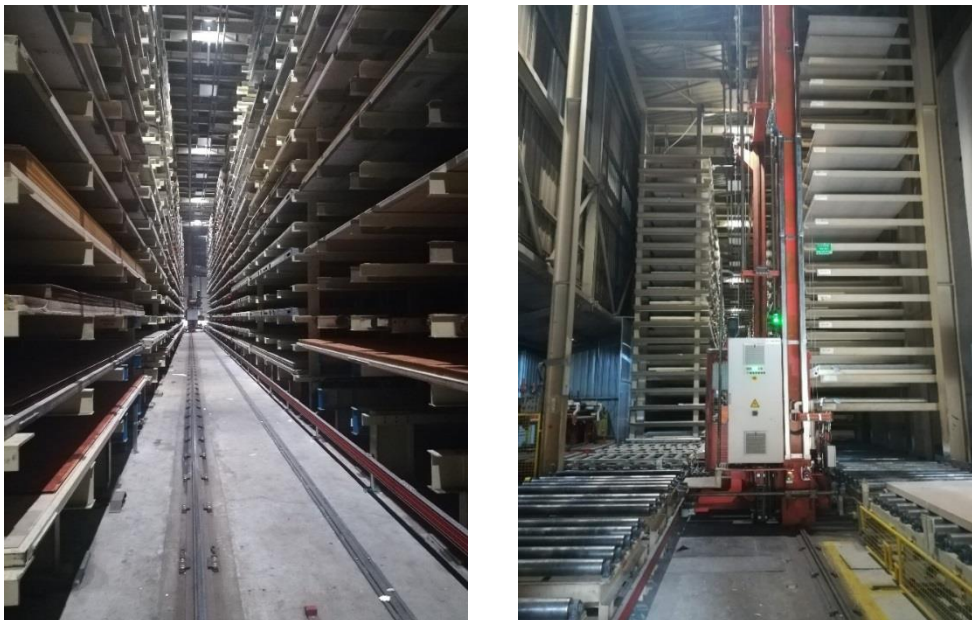


Figura 3.7. API e robot.

Como é possível perceber pela Figura 3.7, o sistema de armazenamento existente neste armazém é o sistema *cantilever* já explorado anteriormente. Como as folhas de papel impregnado são loteadas em paletes de ferro, este sistema é o que mais se adequa ao armazenamento deste material. O robot é composto por quatro garfos, sendo que estes trabalham em grupos de dois (podem mover-se os quatro ao mesmo tempo ou dois de cada vez). Quando é necessário depositar uma paleta, o operador para o robot na entrada da estante e os quatro garfos movem-se para a esquerda ou para a direita, consoante o local onde a paleta vai ser descarregada. De seguida, o operador baixa o robot até a paleta assentar nas vigas da estante, recolhendo depois os garfos até à posição zero (no centro do robot).

3.2. Implementação de alterações no APS

Antes de começar qualquer projeto, é necessário utilizar alguma ferramenta para o apoiar. Nesta situação, a ferramenta utilizada para preparar e acompanhar o projeto foi a ferramenta 5W2H, tendo esta sido analisada anteriormente. De seguida está representado o esquema desta ferramenta com a designação para cada uma das letras do acrónimo.

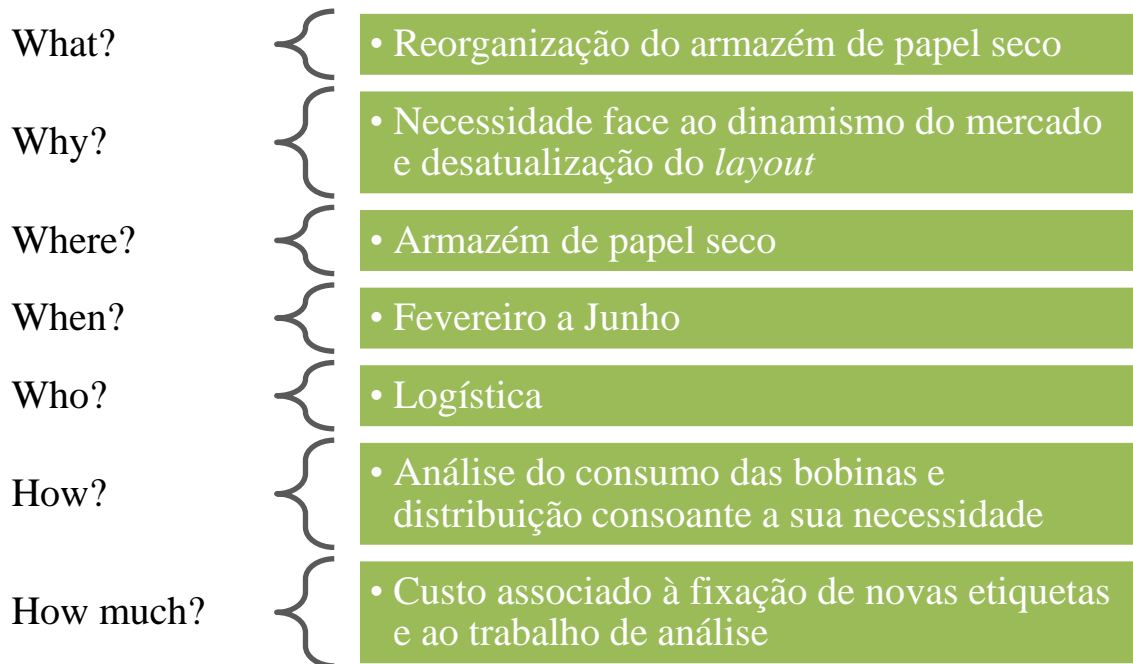


Figura 3.8. 5W2H do projeto.

Após a elaboração do 5W2H e antes de adotar um novo *layout*, é necessário analisar os consumos de cada referência e ponderar acerca da melhor distribuição das referências. Para tal, como já foi dito anteriormente, foi feita uma análise aos consumos e, em comparação com a distribuição atual, foi feita uma designação de espaços para cada referência.

A análise partiu do esquema disponibilizado com a distribuição atual e, conforme os lugares de cada referência e o seu consumo, foi feita uma associação ao *layout* atual com reorganização e distribuição conforme os novos consumos. Esta análise foi feita de forma intuitiva. Conforme será possível analisar através dos esquemas atual e sugerido, esta análise levou a que se reduzisse o número de referências presentes nas prateleiras, tendo sido transferidas certas referências para o armazém de Lagos. Além desta alteração, foram

também introduzidas novas referências no APS devido ao aumento do seu consumo no período de tempo considerado.

Contudo, no final desta análise, o número de espaços ocupados por referências preenchia totalmente as prateleiras. Esta análise permitiu perceber que existia uma má distribuição existente anteriormente, havendo espaços que estavam designados a bobinas que não necessitavam de referência, por exemplo, uma referência que tenha um consumo de quatro bobinas no espaço de um ano, não necessita de uma prateleira para ser armazenada, podendo ser apenas transferida para o armazém quando existir uma ordem de produção (OP) para ela. É necessário ter em atenção que não se deve deixar espaços vazios no armazém nem restringir ao máximo o número de espaços para cada referência. Esta afirmação advém de duas ideias:

1. Espaço inutilizado no armazém conduz a desperdício (não aproveitamento da infraestrutura);
2. Redução drástica poderá conduzir a problemas em caso de oscilação da procura.

Relativamente ao ponto 1, sendo um armazém uma infraestrutura fixa, não será conveniente inutilizar espaço pois o investimento na infraestrutura e nas prateleiras já foi feito e não poderá ser recuperado. Considerando o ponto 2, a minimização consequente da redução drástica dos espaços designados para cada referência poderá criar problemas caso a procura oscile constantemente, o que, a médio prazo, poderá ser verificado devido ao dinamismo do mercado. Convém também considerar que a redundância em excesso poderá levar à falta de espaço caso seja necessário adicionar novas referências.

Os gráficos seguintes, compilados nas Figura 3.9, Figura 3.10, Figura 3.11 e Figura 3.12, respetivamente, permitem perceber a evolução do consumo de algumas referências da medida 12XX, 18XX, 2XXX e 2120, comparando a média de consumo mensal entre Janeiro de 2018 e Dezembro de 2018 e entre Janeiro de 2019 e Abril de 2019.

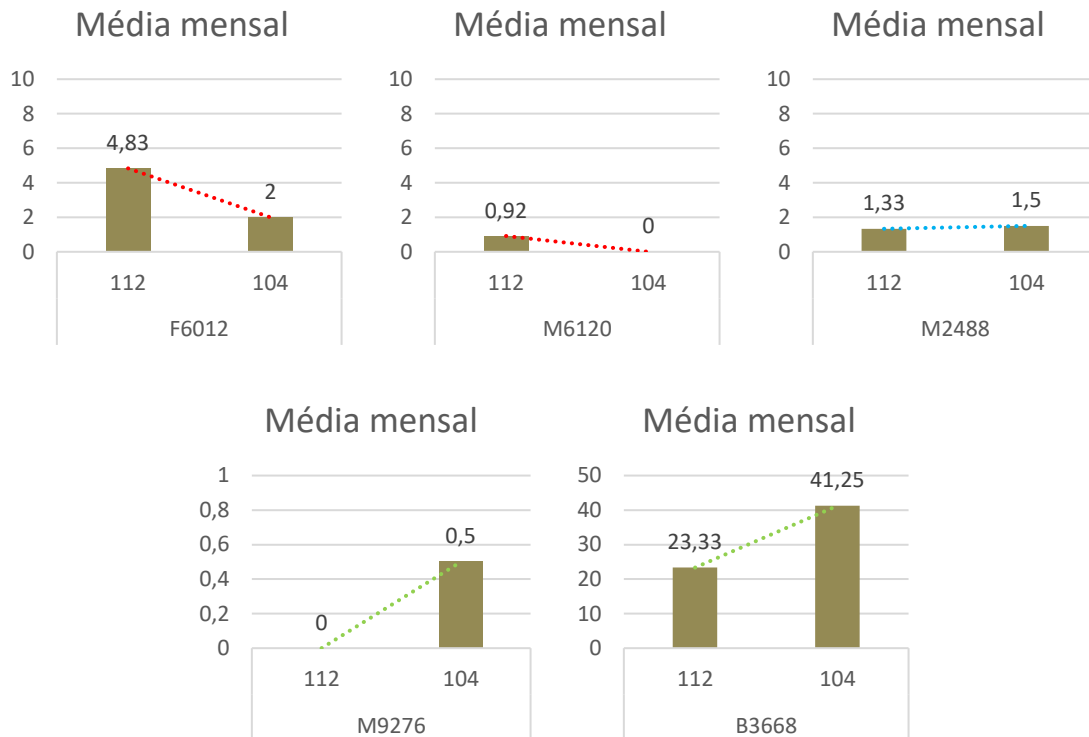


Figura 3.9. Evolução da média do consumo mensal de bobinas da medida 12XX. Legenda: 112 → Janeiro de 2018 a Dezembro de 2018; 104 → Janeiro de 2019 a Abril de 2019. Linha de tendência: vermelha → consumo a diminuir; verde → consumo a aumentar; azul → consumo aproximadamente constante.

Conforme é possível concluir após a análise dos gráficos da Figura 3.9, a referência F6012 apresenta uma evolução negativa, sendo a média do seu consumo mensal no ano de 2019 menos de metade face ao primeiro período de análise. Neste caso, esta referência tinha dois espaços reservados no armazém, no entanto, como é possível verificar, essa distribuição estaria incorreta face à necessidade nesse período de tempo. Para o período atual, já estaria correta, no entanto, devido às flutuações da procura, seria mais seguro reservar três espaços para esta referência. Tal como a referência anterior, a referência M6120 também apresenta uma evolução negativa, porém o maior foco de análise prende-se no desuso desta referência no ano de 2019 até à data. A referência M2488 apresenta um ligeiro acréscimo de consumo, no entanto não é suficiente para se justificar como uma evolução positiva. As referências M9276 e B3668 apresentam ambas uma evolução positiva, sendo que no caso da M9276 percebe-se que se trata de uma nova referência no mercado.

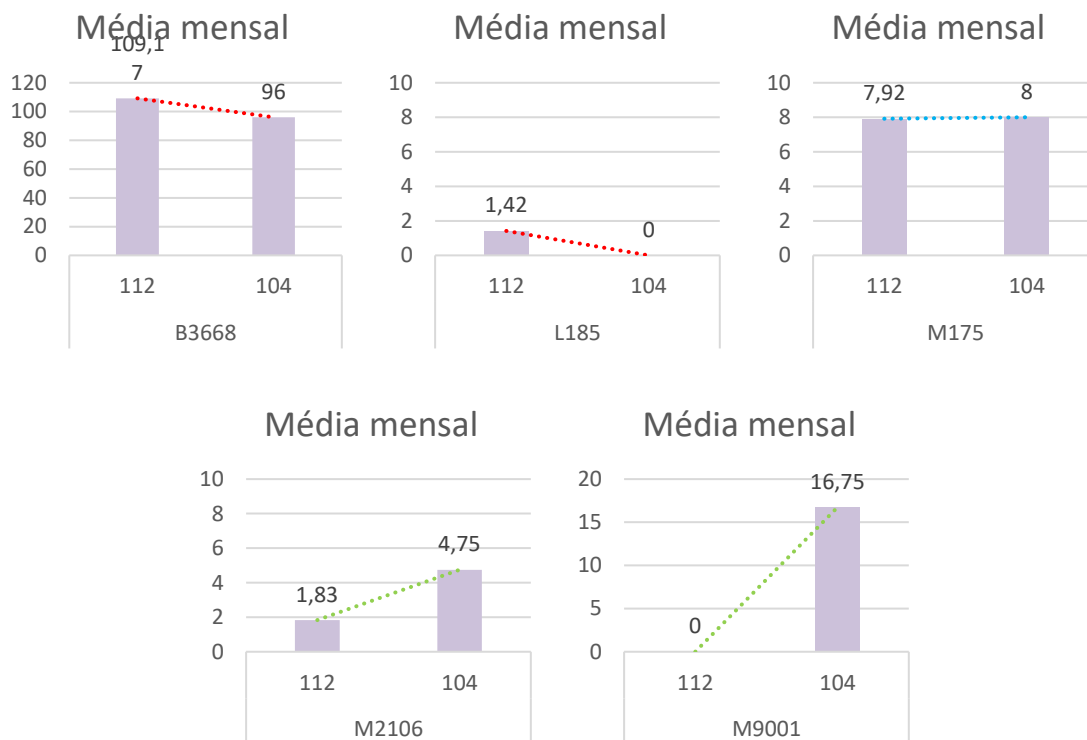


Figura 3.10. Evolução da média do consumo mensal de bobinas da medida 18XX. Legenda: 112 → Janeiro de 2018 a Dezembro de 2018; 104 → Janeiro de 2019 a Abril de 2019. Linha de tendência: vermelha → consumo a diminuir; verde → consumo a aumentar; azul → consumo aproximadamente constante.

Continuando a mesma análise para as bobinas de 18XX, na Figura 3.10 percebe-se que a média de consumo mensal tem vindo a diminuir nas referências B3668 e L185, no entanto, nesta última referência, esta ainda não apresentou qualquer consumo no ano de 2019. A referência M175 apresenta um consumo estável ao longo dos dois períodos em análise. As referências M2106 e M9001 apresentam uma evolução positiva nos seus consumos, pelo que a M9001, apesar de ser uma referência nova, registou um crescimento elevado nos quatro meses em análise de 2019.

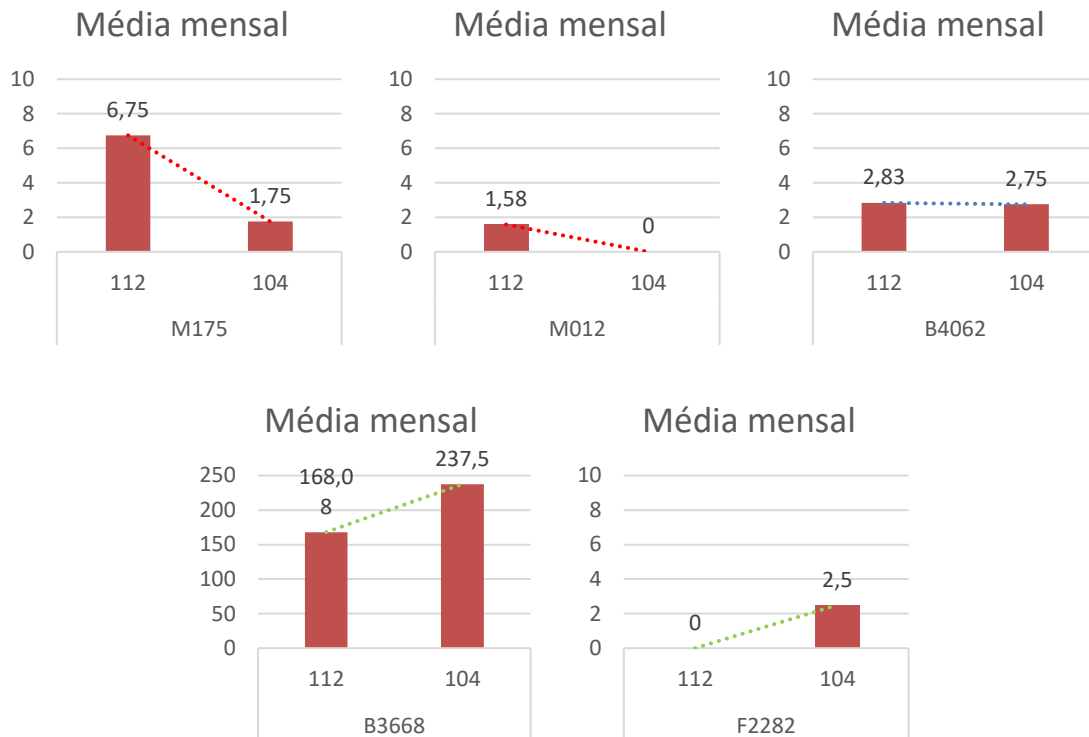


Figura 3.11. Evolução da média do consumo mensal de bobinas da medida 2XXX. Legenda: 112 → Janeiro de 2018 a Dezembro de 2018; 104 → Janeiro de 2019 a Abril de 2019. Linha de tendência: vermelha → consumo a diminuir; verde → consumo a aumentar; azul → consumo aproximadamente constante.

Na Figura 3.11, o consumo médio mensal das bobinas com a referência M175 e M012 têm vindo a diminuir nos períodos em análise, de tal forma que a referência M012 não apresenta qualquer tipo de consumo no ano de 2019. A referência B4062 mantém um consumo estável e constante ao longo do tempo, enquanto as referências B3668 e F2282 apresentam uma evolução positiva. A referência F2282 é duma gama nova de produtos, pelo que o seu consumo em 2018 tenha sido inexistente.

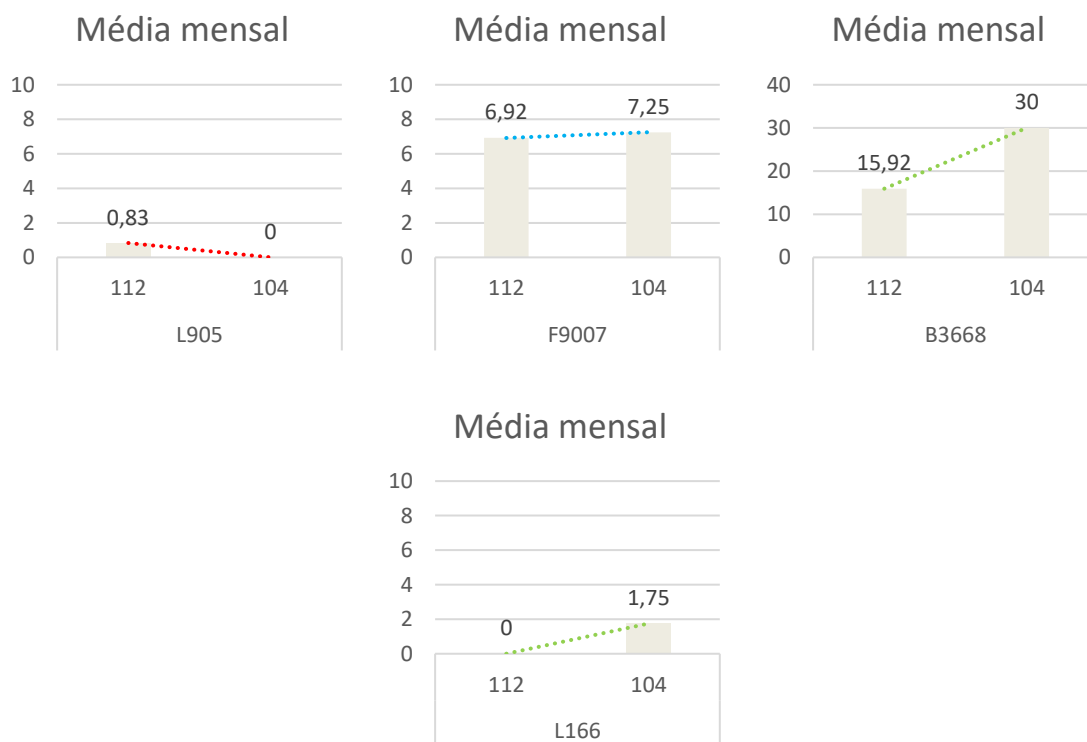


Figura 3.12. Evolução da média do consumo mensal de bobinas da medida 2120. Legenda: 112 → Janeiro de 2018 a Dezembro de 2018; 104 → Janeiro de 2019 a Abril de 2019. Linha de tendência: vermelha → consumo a diminuir; verde → consumo a aumentar; azul → consumo aproximadamente constante.

Por último, analisando a evolução da média de consumos mensais das referências da medida 2120 na Figura 3.12, é evidente que a referência L905 não foi consumida em 2019, pelo que apresenta uma evolução negativa, ao passo que a referência F9007 apresenta uma variação quase nula, sendo o seu consumo constante durante os dois períodos de tempo. As referências B3668 e L166 apresentam uma evolução positiva, sendo a L166 uma referência nova, razão pela qual não apresenta qualquer tipo de consumo no ano de 2018.

Os ANEXO C e ANEXO D representam, respetivamente, os *layouts* da zona dos brancos antigo e a proposta de implementação para ser concluída na paragem de Agosto. Os ANEXO E e ANEXO F são a representação, respetivamente, da disposição das prateleiras do APS e das bobinas de 1220 implementadas atualmente, ao passo que o ANEXO G demonstra a nova proposta para o APS, onde, além de ter sido realizada uma disposição das bobinas conforme indicado de seguida, foram anexadas as bobinas de 1220 à representação do restante armazém.

A disposição das referências pelo armazém conforme a sua necessidade foi realizada através da análise do consumo médio semanal, onde se definiu que as bobinas com uma média de consumo semanal menor que 0.6 não teriam lugar no APS. No entanto, como foi realizado um estudo da evolução do consumo médio semanal em dois períodos (Janeiro 2018 a Dezembro 2018 e Janeiro 2019 a Abril 2019), definiu-se que se a média for menor a 0.6 mas que tenha aumentado o seu consumo em 2019, a devida referência terá um lugar no armazém. O mesmo aconteceu para referências novas, ou seja, referências que começaram a ser consumidas em 2019.

3.3. Distribuição correta das referências no API

A reorganização das referências no API permite designar novos locais a referências novas e eliminar locais excessivos para referências que já não se consomem tão regularmente. Com recurso à plataforma SAP e a uma análise presencial palete-a-palete, foi realizada uma análise do inventário disponível no referido armazém de modo a perceber se existia algum desvio nas paletes, quer seja de papel impregnado que já não estaria dentro do prazo de validade e quais as suas quantidades, bem como de papel que estaria registado informaticamente, mas que não existia fisicamente e também de excesso de papel que não estaria registado informaticamente.

Após terem sido conferidas todas as paletes existentes no API, onde foram contadas todas as folhas de papel impregnado e anotadas junto ao inventário retirado da plataforma SAP, foi possível perceber que haviam desvios dos *stocks* digitais relativamente aos físicos. Devido à perecibilidade do papel e a danos diversos nos papéis, bem como ao menor número físico de papéis relativamente ao registado informaticamente, foram abatidas 733 folhas de papel, representando este abate uma quantia de 3.254,00€, significando que este valor é uma perda para a empresa. No entanto, durante a análise, também foi possível verificar que haveriam papéis que não estavam registados informaticamente, mas que existiam fisicamente, pelo que o acerto para regularizar esta situação atingiu 1862 folhas, representando um valor de 8.545,96€, sendo que este valor representa um ganho para a empresa. No final da análise, o saldo da contabilização do inventário foi bastante positivo resultando num ganho total de 5.921,96€.

Como foi notório através desta ação, a realização do inventário permite controlar o *stock* interno do API ajustado à sua realidade (e não apenas ao que estava registado informaticamente), tendo um resultado positivo devido aos desvios existentes que beneficiaram a fábrica. A implementação de ações similares de análise de inventários mais frequentes é algo que se deverá ter em consideração, pois, como comprovado nesta análise, tem resultados positivos para a empresa. Estes resultados, mesmo que o saldo seja negativo, são sempre positivos para a empresa porque irão permitir ter uma noção clara do *stock* existente em armazém, reduzindo custos de planeamento e de produção.

4. CONCLUSÕES

O projeto de estágio baseou-se na organização de armazéns de papel com vista à melhoria do fluxo de materiais, tendo sido desenvolvido em conjunto com a equipa de produção e com a equipa de logística e planeamento, ambas do departamento de impregnação e revestimento da empresa Sonae Arauco. Foram aplicadas diversas ferramentas ao longo do projeto, tais como algumas ferramentas *Lean* (5S, *Poka-Yoke*, *Kanban*, *Ishikawa*) de forma a otimizar processos, no caso das três primeiras ferramentas, e para descobrir causas-raiz, no caso da última ferramenta. Foi aplicada uma ferramenta de gestão (5W2H) que auxiliou na definição do problema relativamente ao APS.

O projeto de estágio iniciou-se com a análise das características dos armazéns para perceber melhor o funcionamento de cada um, quais os seus pontos fortes e quais os seus pontos fracos. Desta análise, percebeu-se que o APS se encontra desajustado e desorganizado face às necessidades de armazenamento atuais. O APS tinha bobinas fora do sítio, ou seja, estavam armazenadas em lugares que não estavam destinados para tal ou em posições nas prateleiras que não lhes pertenciam. Além disto, tinha bobinas muito antigas de referências que já não se consomem e que estão a ocupar espaço necessário, além de que com a idade, conforme já referido, o papel pode começar a perder qualidades e poderá não servir para impregnar.

O API também se encontrava igualmente desorganizado. Foi feito um inventário de todo o papel existente, sendo esta ação necessária e urgente, pois só assim se garante todo o rastreamento do *stock* existente e por ser uma ação que já não era tomada há cerca de três anos. Sem esta ação, perde-se o controlo da validade do papel (apesar desta informação estar presente no SAP) e não é possível confirmar se o *stock* físico corresponde ao *stock* digital. Além disso, haviam prateleiras desorganizadas, pois algumas referências não estavam no local indicado e, também, devido ao dinamismo do mercado que introduziu novas referências.

Conforme apresentado no subcapítulo 2.2.3 e discutido no subcapítulo 2.2.3.6, existem diversos sistemas de armazenagem para os mais diversos tipos de produtos. No

entanto, tendo em conta o produto que se está a tratar, apenas o sistema de paletização seletiva se adequa à finalidade do APS.

Como apresentado no subcapítulo 2.3, para existir um maior controlo do consumo de bobinas, integrando os dados mais eficientemente, e para facilitar a leitura dos dados das bobinas, a implementação do RFID e respetivos leitores à entrada da impregnação levaria a poupança de tempo, uma vez que o operador deixaria de ter de ler o código de barras porque a informação estaria automaticamente no seu computador. No entanto, como discutido acerca do seu custo, e uma vez que as bobinas têm muita informação associada, os códigos QR seriam uma alternativa a considerar para substituir os códigos de barras usados atualmente.

Recuperando o trabalho feito no APS acerca das propostas de *layouts* no subcapítulo 3.1.1.1, conclui-se que o *layout* atual é que se ajusta melhor, pois apresenta maior capacidade de armazenamento com pouco investimento e não obrigaria a mudanças drásticas no armazém. De igual forma, considerando os anexos referenciados no final do subcapítulo 3.2, rapidamente se percebem as mudanças efetuadas no armazém e a forma como se encontrava desajustado face às necessidades atuais.

No subcapítulo 4.1 estão dispostas algumas propostas para serem pensadas pela administração como possíveis futuras implementações. Estas propostas têm o objetivo de diminuir o desperdício de papel seco devido às suas movimentações e condições de como são armazenadas.

4.1. Propostas

Atualmente, a distribuição de bobinas é feita uma vez por semana, sempre às segundas-feiras. Esta distribuição é realizada entre o APS e o armazém de Lagos, envolvendo dois camiões:

1. Transportar as bobinas;
2. Transportar dois empilhadores.
 - Empilhador de pinças;
 - Empilhador de garfos para carregar o empilhador de pinças.

Este movimento logístico envolve, obviamente, dois camiões, dois motoristas e um empilhadorista. Considerando que a presença do empilhadorista é indispensável, o seu

custo não é considerado no custo total desta operação. Assim, basta apenas considerar o custo do conjunto camião + motorista e o custo associado ao segundo empilhador:

- Custo do camião:
- Custo do motorista:
- Custo do segundo empilhador:

Esta operação tem a duração de 2h30min considerando a seguinte sequência de operações:

1. Carregar o camião com as bobinas que serão retornadas ao armazém de Lagos;
2. Carregar o segundo camião com os empilhadores;
3. Descarregar os empilhadores no armazém de Lagos;
4. Descarregar as bobinas no armazém;
5. Marcar as bobinas que vão ser carregadas;
6. Carregar as bobinas;
7. Carregar os empilhadores;
8. Descarregar os empilhadores;
9. Descarregar as bobinas e armazená-las.

De seguida será apresentada uma tabela onde se poderão comparar os custos associados à situação atual com duas propostas futuras que poderiam ser implementadas.

Tabela 7. Comparação entre custos do fornecimento de bobinas.

	Descrição	Parcelas com custo associado	Custo
Situação atual	- 1 vez / semana - APS => Armazém Lagos => APS - 2 camiões - 2 camionistas - 2 empilhadores - 1 empilhadorista	- 2 camiões + 2 motoristas - 2 empilhadores - 1 empilhadorista	Custo 2 camiões + 2 motoristas: 40.000 €/ano => 800 €/semana Custo total: 800 €/semana + custo de renda do armazém de Lagos

<p>Proposta 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 1 vez / semana - APS => Armazém Lagos => APS - 1 camião - 1 camionista - 1 empilhador permanente em Lagos - 1 empilhadorista 	<ul style="list-style-type: none"> - 1 camião + motorista - 1 empilhador - 1 empilhadorista 	<p>Custo 1 camião + 1 motorista: 20.000 €/ano => 400 €/semana</p> <p>Custo empilhador: 28.000 €/ano => 560 €/semana</p> <p>Custo total: 960 €/semana</p>
<p>Proposta 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Construção de um armazém nas imediações da fábrica 	<ul style="list-style-type: none"> - Aquisição do terreno - Construção do armazém 	<p>Custo m² terreno: 5,00 €/m²</p> <p>Custo m² construção: 500 €/m²</p> <p>Custo total: 378.750 €</p>

Como é possível perceber através da análise da Tabela 7, os custos associados ao empilhadorista não foram considerados, uma vez que este custo é transversal a qualquer uma das situações descritas anteriormente, quer seja a situação atual, quer sejam as propostas. De igual modo, não é considerado o custo associado ao empilhador de pinças por ser sempre necessário, independentemente da situação. O custo associado ao empilhador de garfos que tem a finalidade de carregar o empilhador de pinças não é considerado neste cálculo por se considerar residual face aos outros custos.

Comparando a situação atual com a proposta 1, denota-se um custo associado à proposta 1 superior ao da situação atual. No entanto, apesar do custo ser superior em 160 €/semana, não se está a considerar o custo do segundo empilhador, o que faria baixar a diferença de custos, o facto de levar o empilhador para o outro armazém durante 2h30m, em média, significa que o APS ficaria desprovido do mesmo empilhador, o que, em caso de necessidade de abastecimento das linhas de impregnação, não seria possível fazê-lo, podendo, numa situação limite, levar à paragem das linhas ou à diminuição da velocidade

de impregnação diminuindo, assim, o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Se estes fatores entrarem para os cálculos, talvez a diferença poderá baixar e até mesmo a proposta tornar-se mais vantajosa relativamente à prática atual. Por esta razão, será sempre necessário manter esta proposta como válida para futura implementação. Em acréscimo aos fatores não considerados para o cálculo, pode-se ainda contabilizar o risco iminente de danos nos empilhadores associado ao transporte dos mesmos no camião. Os fatores supramencionados com custo que não foram contabilizados tiveram de ser desconsiderados, pois seria complexo chegar a um cálculo conciso e correto, além de que o valor associado à possível quebra de produção não foi disponibilizado pela empresa.

Prestando atenção à proposta 2, de modo a ter um armazém com uma dimensão adequada já com vista para o futuro, seria necessária uma área, no mínimo, de 750 m² (30 m x 25 m), considerando que o armazém de Lagos tem uma área menor que 500 m². Considera-se que 750 m² é uma área aceitável uma vez que representa um acréscimo de 50% relativamente ao armazém atual. A aquisição do terreno para construção pode variar, no entanto, a cidade de Oliveira do Hospital por ser maioritariamente industrial, apoia e ajuda a integração de indústria na cidade, pelo que a aquisição deste terreno poderá ter algum tipo de atenção por parte do município. O preço do m² foi estimado, uma vez que o único valor encontrado no *site* do município [21] foi de 2,24 €/m², tendo sido considerado baixo e sem certeza se é atual. Por estas razões, estimou-se o preço do m² em 5 €/m².

Considerando que o preço da construção do armazém já a contar com o pavimento cimentado liso, paredes em blocos e telhado de chapa com portão de duas folhas, tal e qual o armazém de Lagos, mas com dimensão maior, é de 500 €/m². Multiplicando o preço do terreno pelo preço da construção dá um total de 378.750 €. O desperdício do papel ronda os 6% e se, destes 6%, se considerar que 80% desse desperdício é proveniente dos armazéns e que apenas 40% desses 80% acontecem no armazém de Lagos e no seu transporte, obtém-se um total de 1.92% de desperdício (multiplicando 6% * 80% * 40%).

O consumo de bobinas entre o período de Janeiro de 2018 a Janeiro de 2019 rondou os 2.753.226 m². No entanto, como são considerados 13 meses neste cálculo, efetuou-se uma conversão para os 12 meses multiplicando por 12 e dividindo por 13, obtendo-se o total de 2.541.439 m² no ano de 2018. Multiplicando este valor pelo desperdício obtém-se o total de 45.605 m² de desperdício de papel no armazém de Lagos e no transporte das bobinas para o APS.

Tendo em conta que o preço médio do papel seco ronda os 4 €/m², obtém-se um total de 182.420 € de desperdício. Ora, dividindo o custo da construção do armazém por este valor, obtém o *break even* da construção do armazém, sendo este valor de, sensivelmente, dois anos. Em forma de conclusão, ao final de dois anos atingir-se-ia o *break even* pelo que o investimento num novo armazém estaria “pago” ao final desse tempo, considerando que o desperdício seria eliminado. Por fim, apesar do investimento avultado, pode-se considerar que a proposta 2 seria a mais indicada para a empresa, pois a curto prazo apresentaria resultados bastante positivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ohno, T., 1988. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, Portland: Productivity Press.
- [2] Womack, J.P., Jones, D.T. & Ross, D., 1990. The Machine That Changed The World, New York: Rawson Associates
- [3] Simpler Consulting, Inc., 2006. SBS 6S & Visual Management with Examples, Presentation.
- [4] Simas, A., 2016. Gestão Visual em sistemas Lean: metodologia de uniformização.
- [5] Bartholdi, J. J. & Hackman, S. T. (2017). Warehouse & distribution Science. Retirado de: www.warehouse-science.com
- [6] Atieh, A. M. et al. (2016). Performance Improvement of Inventory Management System Processes by an Automated Warehouse Management System. Procedia CIRP, Volume 41, 2016, Pages 568-572.
- [7] Rodrigues, J. F. (2016). Organização do armazém com vista à melhoria do processo de picking (tese de mestrado). Retirado de <https://ria.ua.pt/handle/10773/17425>
- [8] Close, M. (2018, 23 de Julho). Warehouse racking and pallet rack systems: different types and design. Acedido em: 6 de Março de 2019. Retirado de: <https://www.mazzellacompanies.com/Resources/Blog/warehouse-racking-pallet-rack-systems-different-types-design>
- [9] Lotlikar, T. et al. (2013). Comparative study of Barcode, QR-code and RFID System. Rohan Kankapurkar et al, Int.J.Computer Technology & Applications, Vol 4 (5),817-821
- [10] Manufactus (2018). Kanban system and pull control. Acedido em: 28 de Fevereiro de 2019. Retirado de: <https://www.kanban-system.com/kanban-system-and-pull-control/>
- [11] Lean Lexicon (2014). Kanban. Acedido em: 27 de Fevereiro de 2019. Retirado de: <https://www.lean.org/lexicon/kanban>

[12] Al-Hawari, T. & Aqlan, F. (2012). A software application for E-Kanban-based WIP control in the aluminium industry. *Int. J. of Modelling in Operations Management*. 2. 119 - 137.

[13] Roser, C. (2015, 16 de Junho). Theory and Practice of Supermarkets - Part 1. Acedido em: 25/02/2019. Retirado de: <https://www.allaboutlean.com/supermarket-basic/>

[14] Roser, C. (2013, 8 de Dezembro). Ten rules when to use a FIFO, when a supermarket - Introduction. Acedido em: 25/02/2019. Retirado de: <https://www.allaboutlean.com/fifo-vs-supermarket-part1/>

[15] Roser, C. (2013, 15 de Dezembro). Ten rules when to use a FIFO, when a supermarket - The rules. Acedido em: 25/02/2019. Retirado de: <https://www.allaboutlean.com/fifo-vs-supermarket-part2/>

[16] Roser, C. (2019, 5 de Fevereiro). Should you use physical or digital kanban cards?. Acedido em: 26/02/2019. Retirado de: <https://www.allaboutlean.com/digital-kanban/>

[17] Oliveira, W. (2019, 26 de Março). Matriz 5W2H: aprenda a elaborar, executar e mensurar um plano de ação simples e eficiente. Acedido em: 22/05/2019. Retirado de: <https://www.heflo.com/pt-br/produktividade/matriz-5w2h/>

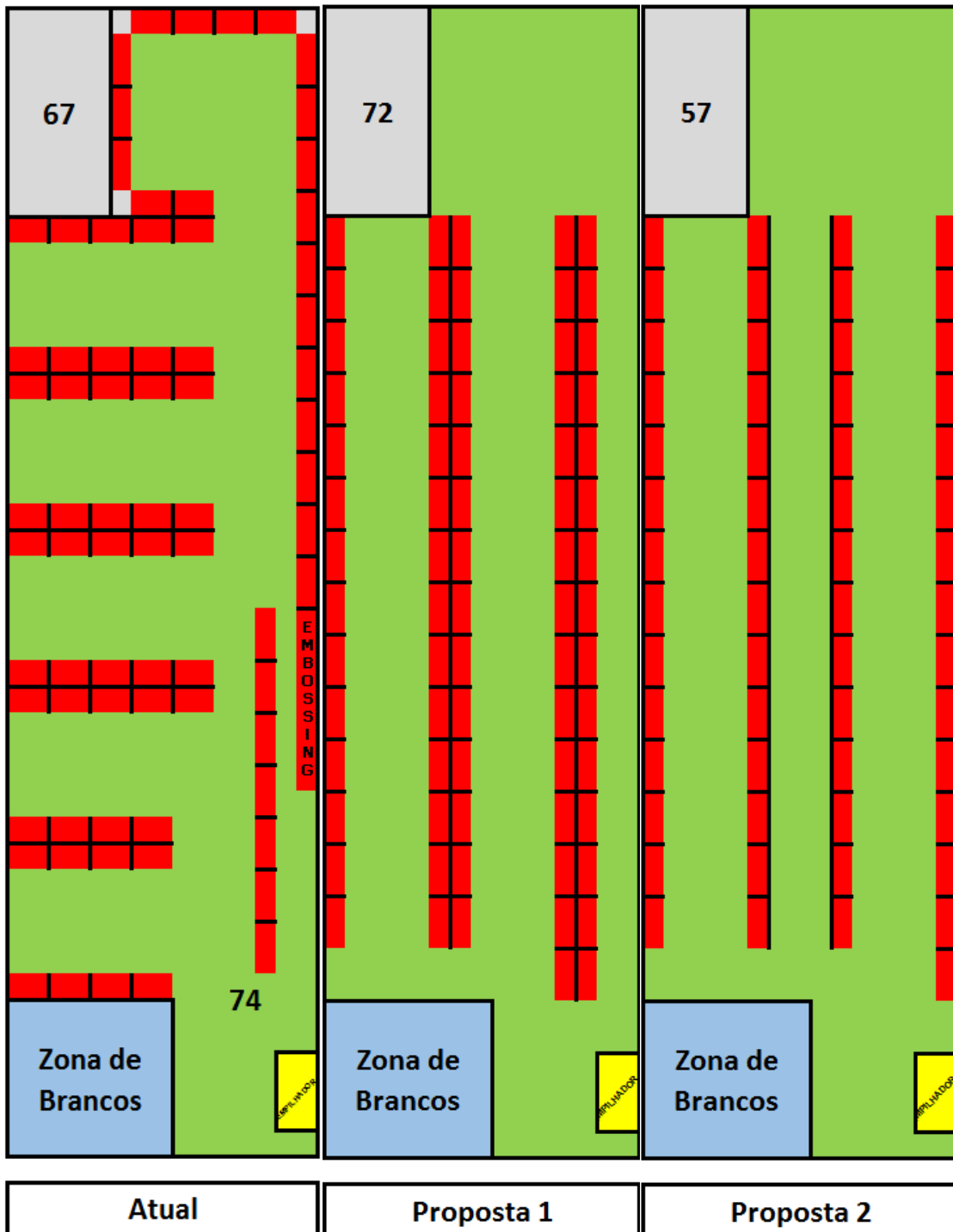
[18] Skhmot, N. (2017, 5 de Agosto). The 8 Wastes of Lean. Acedido em: 27/05/2019. Retirado de: <https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>

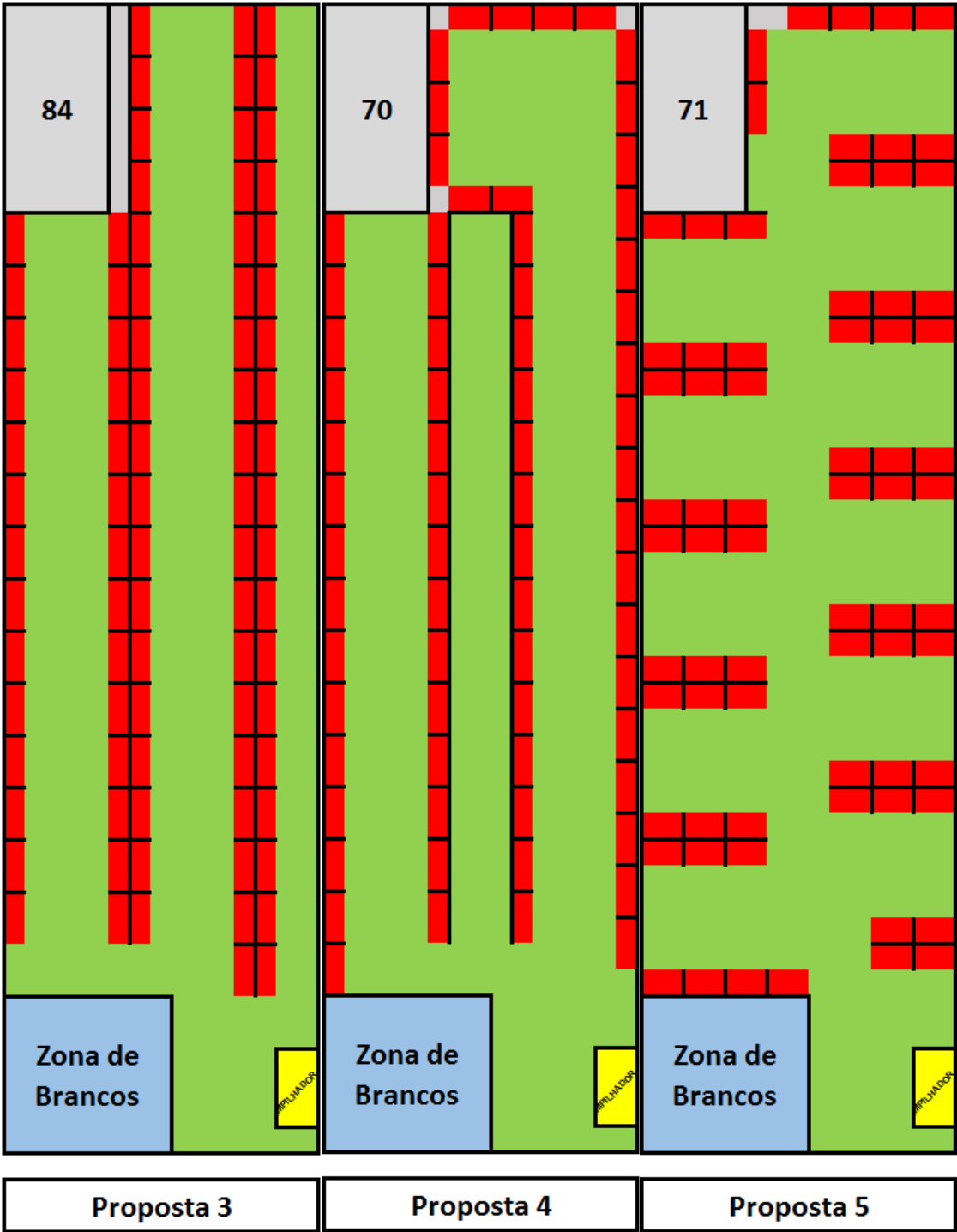
[19] Acedido em: 6 de Março. Retirado de: <https://advancestorageproducts.com/wp-content/uploads/2013/06/Pushback-600x400.jpg>

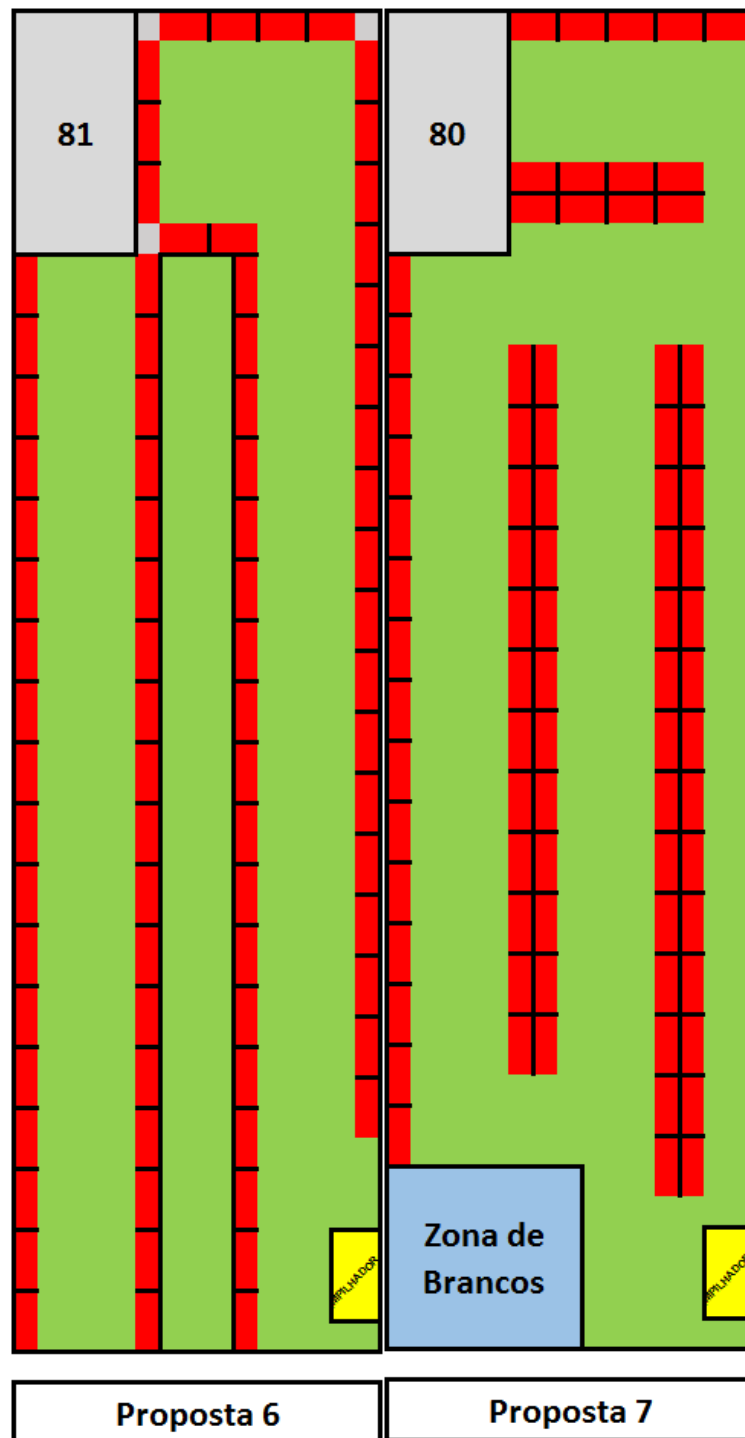
[20] Acedido em: 6 de Março. Retirado de: <https://www.akequipment.com/system/pallet-flow-rack/>

[21] Acedido em: 6 de Junho. Retirado de: <https://www.cm-oliveiradohospital.pt/index.php/2-uncategorised?start=15>

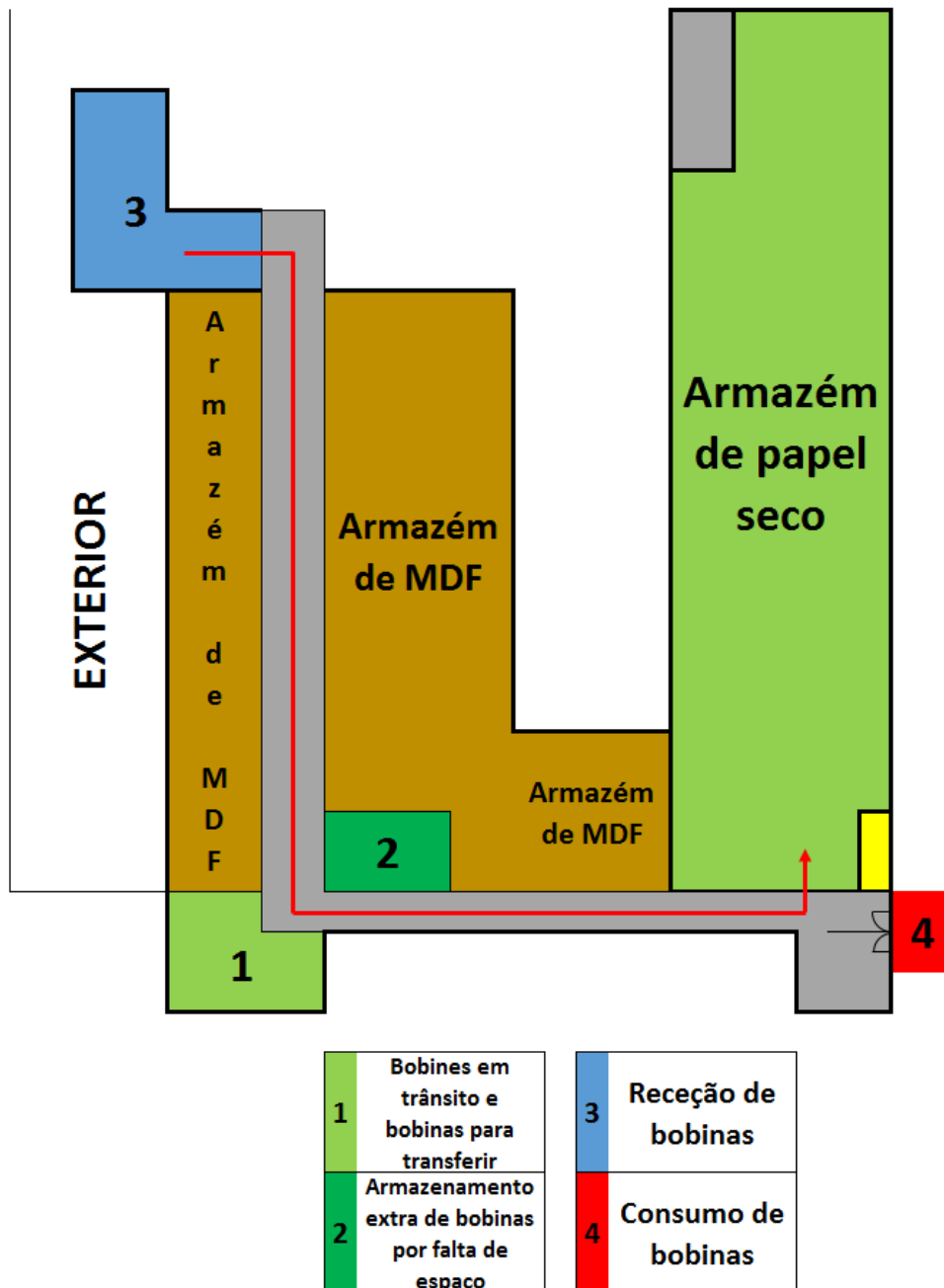
ANEXO A























































































ANEXO B



ANEXO C

B3668 - 1825		B3668 - 2070		B3668 2095	B3668 2120	B4359- 1825				
								B4359 2070		
										
								B4359 2095		
										
								B110 2070		
								B4062 2070		
								B4401 2100		
								B6078 2070		
16	16	16	16	16	16	16	16			
32		32		16	16	32				

ANEXO D

		B3668 - 1825	B3668 - 2070			B3668 - 2095	B4359 - 1825	B4359 - 2095					
									B3668 - 2120			4	8
											4		
									B110 - 2070			4	4
									B4062 - 2070			4	4
B3668 - 1825									B4401 - 2100			4	8
											4		
									B6078 - 2070			4	4
									B930 - 2100			4	4
6	6	16	16	16	16	16	16	16					
28		48			16	16	16						

Armazém de MDF	
B4359 - 2070	
4	4
8	

ANEXO E

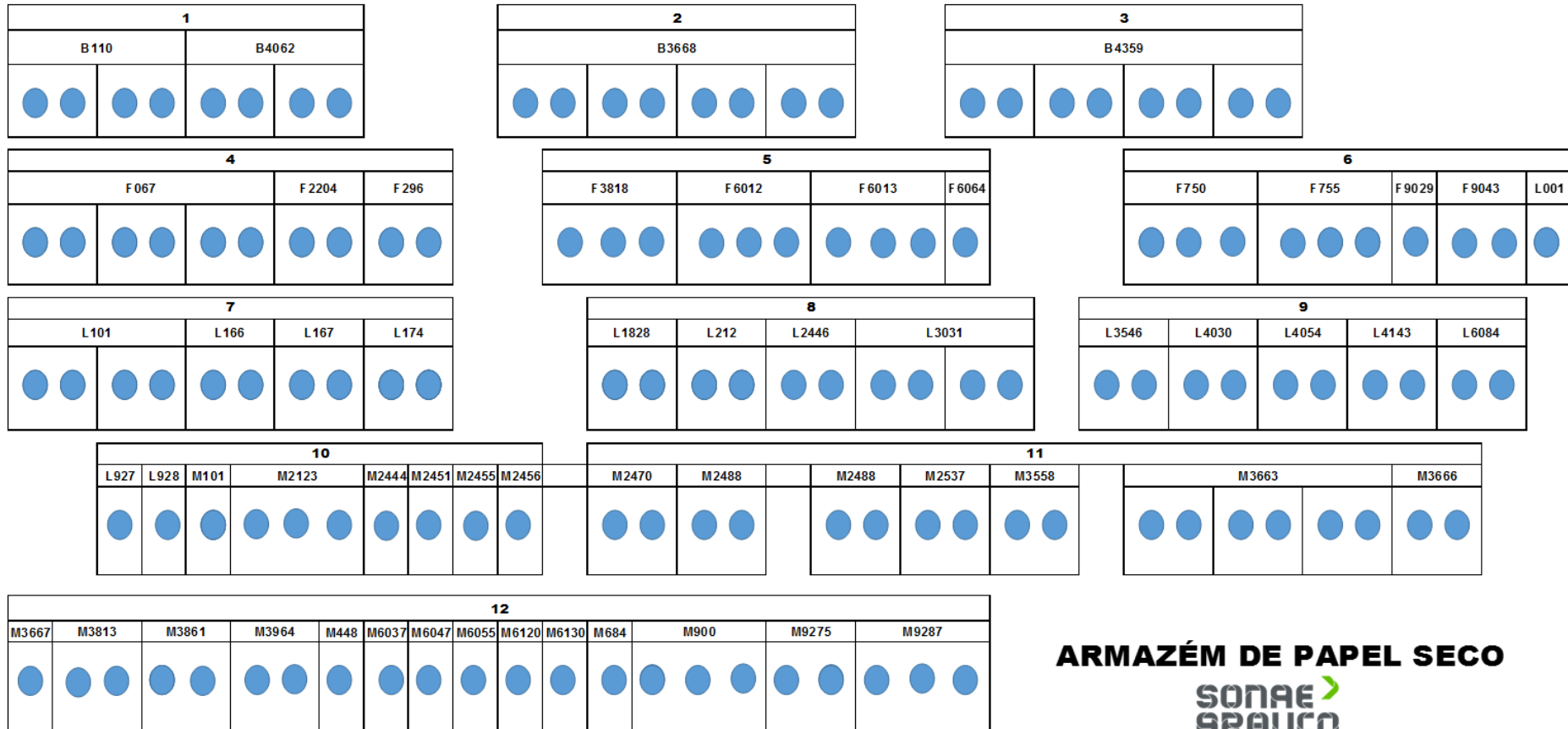
Legenda

1820-1825-1830-1850	2070-2100-2120
---------------------	----------------

1										L166
F042	F067	F067	F296	F308	F310	F750	F755			L166
F755	F6012	L100	L101	L117	L122	L164	L166			L166
2										L166
L166	L166	L167	L167	L168	L174	L3031	L3031			L166
L3031	M004	M012	M175	M307	M331	M350	M358			L166
3										M760
M362	M381	M381	M393	M396	M432	M532	M563			M760
M563	M563	M685	M725	M732	M742	M748	M760			M939
4										M2455
M939	M1076	M1076	M1076	M1076	M1220	M1225	M2106	M2451	M2455	M2455
M2459	M2509	M2510	M2511	M2568	M2570	M2571	M3813	M3964	M4451	M4451
5										F308
M6052	M6053	M6055	M6207	M6216	M6225	M9001	M9001	M9001	M9001	F308
M9006	M9006	M9064	M9067	M9068	M9069	M9182	F067	F092	F201	F750
6										F6064
F755	F2039	F2204	F2257	F3009	F4004	F6012	F6051	F6064	F9067	F6064
F9007	F9007	F9020	L021	L023	L027	L100	L101	L164	L166	F6064
7										L3191
L167	L174	L174	L212	L281	L282	L302	L302	L0600	L905	L3191
L327	L1194	L1208	L1304	L2200	L2201	L2444	L2446	L3031	L3031	L3540
8										L3540
L3546	L3572	L4054	L4055	L4060	L4068	L4136	L4143	L4149	L5200	L3540
L5206	L5211	L5212	L5213	L5216	L5218	L5219	L6062	L6063	L6071	L3540
9										M080
L6071	L6071	L6071	L6071	L6071	L6071	L6084	L9002	M004	M080	M080
M101	M112	M175	M186	M259	M350	M362	M381	M390	M393	M080
10										M4455
M4455	M487	M488	M532	M563	M685	M690	M729	M760	M850	M900
M4455	M999	M1050	M1076	M1208	M1231	M1231	M2046	M2106	M2111	M2112
11										M3399
M2197	M2401	M2451	M2455		M3086	M3099	M3106	M3247	M3280	M3399
M2476	M2511	M2557	M2568		M3558	M3663	M3666	M3667	M3789	M3813
12										M3882
M384	M383	M385	M383	M385	M383	M3861	M3866	M3892		M3882
M391	M3919	M3919	M3919	M3919	M3919	M3919	M3919	M3964		M3882
12										M6216
M3965	M4289	M4451	M4462	M6037	M6046	M6047	M6050	M6052	M6053	M6216
M6217	M6219	M6222	M6223	M6225	M9001	M9012	M9059	M9143	M9144	M6216
										M6216

ANEXO F

Bobinas de 1220mm



ARMAZÉM DE PAPEL SECO



ANEXO G

Legenda 1220-1240 1820-1825-1830-1850 2070-2100 2120

	1						2						3													
Topo																										
Meio	B110	B110	B366	B366	B366	B366	B366	B366	B366	B366	B366	B406	B4353	B4353	B4353	B4353	F06	F60	F60	L167	L167					
Chão	F067	F067	F067	F067	F067	F296	F220	F2238	F601	F601	L100	L100	L101	L164	L166	L167	L167	L167	L167	L174	L174	L303				
	F755	F755	F755	F755	F755	F755	L164	L166	L166	L166	L166	L166	L166	L166	L3031	L3031	L3031	L3031	L3031	L406	L523	M00				
Topo	4						5						6													
Meio	L167	L174	L212	L927	L927	L931	L3031	L4030	L403	L4054	L4054	L406	L4143	L5200	M355	M300	M30	M24	M250	M25	M927					
Chão	M004	M175	M175	M350	M350	M35	M332	M532	M563	M563	M73	M732	M760	M760	M21	M24	M245	M24	M245	M245	M39	M3	M6	M6		
	M350	M36	M362	M362	M381	M381	M760	M939	M939	M1076	M1076	M1076	M1076	M2106	M60	M60	M612	M612	M612	M620	M621	M90	M9	M9		
															52	55	0	0	0	4	6	01	001	001		
Topo	7						8						9													
Meio	M300	M30	M327		F067	F201	F2257	F228	F6012	F6012	F601	F9055	F9055	L021	L166	L166	L17	L174	L282	L302	L302	L927	L927	L933		
Chão	F750	F750	F755	F755	F755	F755	L166	L166	L166	L166	L166	L167	L167	L167	L167	L167	L93	L335	L335	L130	L303	L3031	L3031	L303		
																	3			4	1	L3031	L3031	L405	L40	
																	54							54		
Topo	10						11						12													
Meio	L4054	L4054	L406	L5200	L520	L5212	L6084	L6153	L6153	M350	M742	M742	M748	M748	M760	M760	M24	M24	M245	M24	M247	M251	M251	M251		
Chão	L6071	L6071	L6071	L6071	L607	L6071	M350	M563	M563	M742	M760	M1076	M2106	M2106	M2106	M2401	M25	M36	M36	M37	M378	M385	M385	M385		
																	68	67	67	89	3	3	3	3		
Topo	12																									
Meio	M385	M385	M385	M386	M386	M386	M6054	M6055	M6055	M6129																
Chão	M612	M612	M613	M6217	M6217	M6219	M3277	F3007	F3007	F3007																

M8001, M8002, M8003, M8004,
M8006 (2), M8007, M8008 (2),
M8009, M8010, M8013

Ficam de fora (embossing)