

Gestão de Armazéns na Unidade de Produtos Intermédios de uma Empresa de Frio e Congelação

Telma Casimira Silva Porto Araújo Ferreira

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. José António Barros Basto



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

2021-07-23

*“If you set your goals ridiculously high and it’s a failure,
you will fail above everyone else’s success”*

James Cameron

Resumo

O desenvolvimento do presente projeto teve lugar na Frigocon, Indústria de Frio e Congelação, S.A, empresa com a marca FRICON, pioneira no mercado português, no segmento de frios doméstico e comercial. O problema que deu origem à necessidade de realização deste trabalho foi a elevada carência de espaço e de organização verificada nos armazéns da unidade de produtos intermédios da empresa. Pretendeu-se, portanto, perceber quais os processos inerentes aos armazéns destinados aos produtos intermédios, desde a realização do planeamento para a produção até à expedição destes produtos, passando também pelas devoluções de material. Os pontos cruciais no que toca à problemática da unidade em questão, a nível organizacional dos armazéns, são a falta de identificação e de locais próprios para realização do *picking*. Outro aspeto que se identificou, e que também tem influência nos armazéns, é o elevado tempo utilizado na mudança de série de alguns equipamentos do setor considerado. Este setor é o *bottleneck* da unidade. Por conseguinte, foi necessário intervir de forma a que o tempo despendido diminuísse, permitindo assim uma redução do tamanho dos lotes.

Os armazéns do produto intermédio dividem-se em dois setores: o dos plásticos e o da metalomecânica. Para ambos os setores foram realizados diagnósticos aos seus respetivos produtos, de modo a que a atenção se centre naqueles que, de facto, representam uma grande percentagem do negócio da unidade e, consequentemente, da empresa. A partir daí, definindo as quantidades necessárias a armazenar, foi projetado um novo *layout* de cada armazém e definidos os recursos fundamentais para o atingir. Com auxílio da análise ABC, procedeu-se à disposição dos produtos agrupados em famílias, à execução dos layouts propostos e, por fim, à colocação consoante as prioridades (i.e., à definição dos locais de armazenamento perto da expedição para os produtos destinados à família de artigos com maior importância). Os processos essenciais para a realização do presente projeto foram a identificação de todos produtos, estantes e corredores dos armazéns, assim como a criação de pontos de *picking* e de salas de espera para evitar a aglomeração de material em espaços inapropriados para tal. Finalmente, a aplicação do método SMED no setor mais crítico da unidade foi uma mais-valia, facilitando os processos associados ao *setup* dos equipamentos, tornando mais eficiente toda a produção e diminuindo o espaço em armazém destinado a cada artigo, ou seja, redução de *stocks*.

Todas as soluções propostas para a melhoria dos processos permitiram desenvolver estratégias a nível organizacional, tanto na gestão dos *stocks*, como no desenvolvimento do princípio dos 5S, fazendo com que este passasse a estar presente nas boas práticas a implementar nos armazéns da unidade. Desta forma, tal como demonstrado ao longo do trabalho, a desordem excessiva foi sucessivamente contornada, possibilitando um aumento significativo da produtividade de todas as equipas envolvidas.

Warehouse management in the intermediate products unit of a cold and freezing company

Abstract

The development of this project took place at Frigocon, Indústria de Frio e Congelação, S.A, a company with the brand FRICON, pioneer in the Portuguese market, in the domestic and commercial cold cuts segment. The problem that gave rise to the need for this work was the high lack of space and organization verified in the warehouses of the company's intermediate products unit. The objective was, therefore, to understand the processes inherent to the warehouses for intermediate products, from the production planning to the expedition of these products, including material returns. The crucial points when it comes to the problems of the unit in question, at the organizational level of the warehouses, are the lack of identification and proper places for picking. Another aspect that was identified, and which also has an influence on the warehouses, is the high time used in the series change of some equipment of the sector considered. This sector is the bottleneck of the unit. Therefore, it was necessary to intervene so that the time spent would decrease, thus allowing a reduction in the size of the lots.

The intermediate product warehouses are divided into two sectors: plastics and metalworking. For both sectors, diagnostics were performed on their respective products, so that attention is focused on those that, in fact, represent a large percentage of the unit's business and, consequently, of the company. From there, defining the necessary quantities to be stored, a new layout of each warehouse was designed, and the key resources to achieve it were defined. With the help of ABC analysis, the arrangement of products grouped into families was carried out, the proposed layouts were implemented and, finally, the placement according to priorities (i.e., the definition of storage locations near shipping for products destined for the family of items with the highest importance). The essential processes for the realization of this project were the identification of all products, racks and aisles in the warehouses, as well as the creation of picking points and waiting rooms to avoid the agglomeration of material in inappropriate spaces for such. Finally, the application of the SMED method in the most critical sector of the unit was an added value, facilitating the processes associated with equipment setup, making the entire production more efficient and reducing the warehouse space allocated to each article, i.e., stock reduction.

All proposed solutions for process improvement allowed the development of strategies at the organizational level, both in stock management, and in the development of the 5S principle, making it present in the good practices to be implemented in the unit's warehouses. Thus, as demonstrated throughout the work, the excessive disorder was successively circumvented, enabling a significant increase in productivity for all teams involved.

Agradecimentos

Todo o percurso ao longo destes 5 anos termina agora com o desenvolvimento do presente projeto, no qual estive envolvido um leque de pessoas que se tornaram determinantes ao longo da realização do mesmo. Com isto, gostaria de expressar a todas essas pessoas o meu sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, ao meu professor orientador, José Basto, por toda a disponibilidade demonstrada, pelos conselhos e esclarecimento de todas as dúvidas que foram surgindo, pelos rápidos *feedbacks* sempre que pedidos, mas principalmente, pelo apoio dado para que a insegurança nunca se apoderasse do meu trabalho, pelo facto de ser a minha primeira experiência profissional.

Ao Engenheiro Luís Ferreira, pela confiança e liberdade que sempre me deu para desenvolver o meu trabalho, suportando sempre todos os meus pontos de vista. O seu acompanhamento foi, sem dúvida, uma enorme ajuda para o meu desenvolvimento profissional que acaba de começar.

À Engenheira Sílvia, estagiária na empresa, pelo incrível apoio e preocupação e por me incutir um especial gosto pelo chão de fábrica. Deste percurso saio muito mais rica a nível pessoal e profissional, muito devido à sua ajuda.

A todos os chefes de secção da unidade de produtos intermédios da empresa, por todos os esclarecimentos e por sempre se demonstrarem tão prestáveis.

Ainda um especial agradecimento aos meus pais por fazerem com que todo este caminho fosse possível e por me tornarem capaz de alcançar todos os meus objetivos. Aos meus quatro irmãos e à minha avó, pela força e carinho que sempre me deram.

Finalmente, a todos os meus amigos que me acompanharam durante este percurso e que sempre souberam lidar comigo da melhor maneira, tanto nos momentos mais frágeis, como nos bons momentos, um grande obrigada, porque sem eles, esta jornada não teria sido tão incrível como foi.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Frigocon, Indústria de Frio e Congelação S.A.....	1
1.1.1	Unidade de produtos intermédios	2
1.2	Objetivos do projeto	2
1.3	Método seguido no projeto.....	3
1.4	Estrutura da dissertação	4
2	Enquadramento teórico do projeto.....	5
2.1	Gestão de <i>stocks</i>	5
2.2	Classificação de <i>stocks</i>	5
2.2.1	Análise ABC.....	5
2.3	Previsão da procura	6
2.3.1	Objetivos das previsões.....	6
2.3.2	Técnicas e métodos de previsão	6
2.4	Modelos de gestão de <i>stocks</i>	7
2.4.1	Custos de <i>stock</i>	7
2.4.2	Quantidade económica de produção	8
2.4.3	Métodos de reaprovisionamento.....	9
2.5	<i>Stock</i> de segurança	10
2.5.1	Variação da procura.....	11
2.5.2	Variação do prazo de entrega.....	11
2.5.3	Variação da procura e do prazo de entrega.....	11
2.6	<i>Layout</i> de armazém	12
2.6.1	Metodologia 5S.....	12
2.7	VSM	13
2.8	SMED.....	14
3	Apresentação e análise da situação atual	16
3.1	Armazéns de produto intermédio	16
3.1.1	<i>Layout</i> atual dos armazéns 13.....	17
3.1.2	Análise do espaço de armazenamento.....	18
3.1.3	Análise ABC dos produtos	19
3.1.4	Disposição dos produtos nos respetivos armazéns.....	21
3.1.5	Identificação de produtos e respetivos locais de armazenamento.....	23
3.1.6	Análise do fluxo de materiais	23
3.2	Estado inicial dos equipamentos submetidos ao método SMED	27
3.2.1	Máquina de soldar arame	27
3.2.2	Quinadoras	29
3.3	Síntese dos problemas.....	29
4	Apresentação das soluções propostas	31
4.1	Previsões da procura para o ano de 2021	31
4.1.1	Quantidades económicas de produção.....	32
4.1.2	<i>Stocks</i> de segurança	33
4.2	Reavaliação do espaço necessário para produtos da família A.....	33
4.3	Proposta de solução para melhoria do espaço dos armazéns 13.....	36
4.3.1	Proposta de <i>layout</i> dos armazéns 13.....	36
4.4	Propostas de melhoria ao nível organizacional.....	38
4.4.1	Armazenamento e identificação.....	39
4.4.2	Espaço destinado a produtos da família C e devoluções	40
4.4.3	<i>Picking</i>	41
4.4.4	Sala espera no armazém 13 da metalomecânica.....	42
4.4.5	Estimativa de melhoria global (VSM).....	43

4.5	Melhorias atingidas com a aplicação do método SMED	44
4.5.1	Máquina de soldar arame	44
4.5.2	Quinadoras	45
5	Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros	47
	Referências	51
ANEXO A:	<i>Layout</i> atual dos armazéns de produto intermédio	53
ANEXO B:	Ferramenta <i>Excel</i> para a determinação das QEP e respetivo período entre lançamento de encomendas	55
ANEXO C:	Ferramenta <i>Excel</i> para determinação e comparação dos <i>stocks</i> de segurança (95% e 99%).....	56
ANEXO D:	Ferramenta <i>Excel</i> que permite a comparação do espaço necessário para cada produto e o seu espaço atual.....	58
ANEXO E:	Proposta de <i>layout</i> do armazém de produto intermédio da metalomecânica (3D e 2D).....	60
ANEXO F:	Proposta de <i>layout</i> do armazém de produto intermédio dos plásticos (3D e 2D).....	62

Siglas

ERP – *Enterprise Resource Planning*

MRP – *Material Requirement Planning*

QEP – Quantidade económica de produção

SMED - *Single Minute Exchange of Dies*

SS – *Stock de segurança*

VSM - *Value Stream Mapping*

Índice de Figuras

Figura 1 - Cronograma do plano de trabalhos do projeto de dissertação	3
Figura 2 - Custo económico e quantidade económica (Retirado de (Guedes 2017))	8
Figura 3 - Método de revisão contínua (Retirado de (Guedes 2017))	9
Figura 4 - Método de revisão periódica (Retirado de (Guedes 2017))	10
Figura 5 - Efeito do <i>stock</i> de segurança na probabilidade de existência de rotura de <i>stock</i> (Adaptado de (Korponai, Tóth, e Illés 2017))	11
Figura 6 - Benefícios do método SMED (Adaptado de (Coimbra 2013))	14
Figura 7 - Planta da unidade de produtos intermédios	17
Figura 8 - <i>Layout</i> do armazém 13 destinado à metalomecânica	17
Figura 9 - <i>Layout</i> do armazém 13 destinado aos plásticos	18
Figura 10 - Problemática da falta de espaço no armazém 13 (esquerda – metalomecânica; direita - plásticos)	18
Figura 11 - Análise de Pareto para cada secção de produção da unidade de produtos intermédios	20
Figura 12 - Disposição dos produtos da família A na secção do aramado/pintura	21
Figura 13 - Disposição dos produtos da família A na secção da estampagem/serralharia	22
Figura 14 - Disposição dos produtos da família A na secção da termoformação	22
Figura 15 - Identificação dos materiais nas respetivas prateleiras (à esquerda - atualmente; à direita - após a implementação do código de barras)	23
Figura 16 - <i>Value stream map</i> para análise do fluxo de materiais na cadeia de valor	24
Figura 17 - Desorganização dos produtos no processo de <i>picking</i> (setor aramado/pintura)	25
Figura 18 - Desorganização dos produtos no processo de <i>picking</i> (setor injeção/extrusão)	25
Figura 19 - Produto devolvido sem local de arrumação	27
Figura 20 - Elementos essenciais utilizados na mudança de série da máquina	27
Figura 21 - Eléktodos utilizados para soldar arame	28
Figura 22 - Representação da medida de referência para a quinagem	29
Figura 23 - Saídas registadas do produto 515.0036 nos meses dos anos de 2018, 2019 e 2020	31
Figura 24 - Empilhador articulado	36
Figura 25 - Proposta de melhoria do layout do armazém 13 - Metalomecânica	37
Figura 26 - Proposta de melhoria do layout do armazém 13 - Plásticos	38
Figura 27 - Locais para colocação de documento de localização dos produtos em cada fileira de estantes (esquerda – metalomecânica; direita – plásticos)	39
Figura 28 - Método para identificação das estantes dos armazéns 13	40
Figura 29 - Método para identificação dos corredores dos armazéns 13	40
Figura 30 - Exemplo de disposição dos artigos com a criação do ponto de picking	41
Figura 31 - Localização da sala de espera	42

Figura 32 - Mecanismo para fixar ou retirar os elétrodo da estrutura inferior da máquina	44
Figura 33 - Solução para o mecanismo de aperto dos elétrodo inferiores (esquerda – espessura de 1.2 cm; direita – espessura de 2 cm)	45
Figura 34 - Procedimento da mudança de série da máquina de soldar arame, após melhoria .	45
Figura 35 - Demonstração da utilização dos batentes criados	46
Figura A1 - Layout atual do armazém da metalomecânica (em ferramentas CAD)	53
Figura A2 - Layout atual do armazém dos plásticos (em ferramentas CAD)	54
Figura B1 - Quantidades económicas de produção e tempo entre lançamento de encomendas para o setor do aramado/pintura	55
Figura C1 - <i>Stocks</i> de segurança para um risco de rotura equivalente a 5%	56
Figura C2 - <i>Stocks</i> de segurança para um risco de rotura equivalente a 1%	57
Figura D1 - Espaço necessário, em número de paletes, dos produtos do setor aramado/pintura (nível de serviço de 95%).....	58
Figura D2 - Espaço necessário, em número de paletes, dos produtos do setor injeção/extrusão (nível de serviço de 95%).....	59
Figura E1 - Proposta de <i>layout</i> do armazém da metalomecânica (3D)	60
Figura E2 - Proposta de <i>layout</i> do armazém da metalomecânica (2D)	61
Figura F1 - Proposta de <i>layout</i> do armazém dos plásticos (3D).....	62
Figura F2 - Proposta de <i>layout</i> do armazém dos plásticos (2D).....	63

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição, por famílias, da quantidade de produtos de cada setor e respetiva percentagem de inventário correspondente a 80% da percentagem acumulada da quantidade de saídas	20
Tabela 2 - Procedimento para mudança de série da máquina de soldar arame	28
Tabela 3 - Análise do espaço necessário consoante as variáveis determinadas (aramado/pintura - nível de serviço de 95%).....	34
Tabela 4 - Análise do espaço necessário consoante as variáveis determinadas (estampagem/serralharia - nível de serviço de 95%).....	35
Tabela 5 - Análise do espaço necessário consoante as variáveis determinadas (injeção/extrusão - nível de serviço de 95%).....	35
Tabela 6 - Variáveis de decisão para a escolha do equipamento necessário para os armazéns 13...	36
Tabela 7 - Excerto do documento exposto em cada fileira de estantes (nos locais demonstrados na Figura 25)	39

1 Introdução

De maneira a dar resposta a novas entradas em diversos mercados, complementando com a total satisfação dos clientes, torna-se fundamental uma boa organização de todos os setores envolventes da empresa, desde o recebimento da matéria-prima, à produção e, posteriormente, ao armazenamento do produto. Desta forma, a Frigocon, mesmo com a entrada em novos mercados, como já mencionado, e com a constante inovação dos produtos, pretende continuar a fazer jus do seu bom atendimento e qualidade, ainda que com o constante aumento da sua produção.

Para tal, no sentido de corresponder ao nível de serviço que é exigido, a gestão de armazéns é fulcral, na medida em que o desenvolvimento e produção de novos produtos, obriga a um controlo de planeamento mais elevado, bem como, a organização e a melhoria de utilização do espaço destinado ao seu armazenamento. Assim, ao perceber a importância de uma estratégia adequada ao nível da logística dos seus armazéns, foi proposto o presente projeto pela Frigocon.

Neste capítulo é contextualizado todo o projeto, com uma breve apresentação da empresa e a unidade onde o mesmo se insere, bem como os objetivos impostos e as respetivas metodologias utilizadas para que estes sejam atingidos.

1.1 Frigocon, Indústria de Frio e Congelação S.A

A Frigocon, Indústria de Frio e Congelação S.A, foi fundada por Artur Martins Azevedo com a marca Fricon, no ano de 1976, em Vila do Conde, mais tarde, no ano de 1995, em Recife, no Brasil e, recentemente, no ano de 2013, foi criada a delegação comercial da empresa, em Madrid. Inicialmente, a empresa vocacionava-se no setor doméstico, evoluindo, posteriormente, para a conservação de gelados e, por fim, para a conservação de produtos alimentares na área da distribuição alimentar (Fricon - Cooling life 2020).

Atualmente, encontra-se presente em mais de 110 países, nos 5 continentes e é considerada uma das maiores empresas portuguesas na área do frio doméstico, industrial e comercial. A Frigocon prima-se pelo constante desenvolvimento de produtos modernos e inovadores, procurando diariamente a melhoria contínua dos seus artigos. De referir ainda que, entre os anos de 2015 e 2017, a empresa apresentou um investimento de 1,5 milhões de euros, tendo aumentado nos dois anos seguintes, entre 2018 e 2020, para 3,2 milhões de euros, com um volume de negócios do ano de 2020 superior a 100 milhões de euros, justificando-se, assim, o crescimento gradual da empresa (Fricon - Cooling life 2020).

A Frigocon divide-se, essencialmente, em duas unidades, nomeadamente, a unidade de produtos intermédios, onde o projeto se encontra inserido, e a unidade dos produtos acabados, aprovisionada pela anterior, onde se procede à montagem do equipamento final que será enviado para o cliente.

1.1.1 Unidade de produtos intermédios

Mais concretamente falando da unidade de produtos intermédios, esta concentra-se em dois setores distintos de produção, a metalomecânica e os plásticos, em que o produto intermédio dos mesmos se encontra em dois armazéns fisicamente distintos dentro da mesma unidade. No entanto, não existe uma diferenciação destes armazéns a nível do sistema informático da empresa, ou seja, tanto o armazém dos plásticos como o armazém da metalomecânica, em sistema, correspondem ao armazém 13. Relativamente ao setor da metalomecânica, a sua produção está dividida em cinco secções que, em sistema informático são vistas como apenas três: Estampagem e Serralharia, Aramado e Pintura e, LED's. No setor dos plásticos, este divide-se em duas secções, tanto na produção propriamente dita, como a nível informático, sendo estas a Injeção/Extrusão e a Termoformação.

Tratando, mais uma vez, de forma isolada a unidade de produtos intermédios, a sua produção é destinada, como já referido, à unidade onde os equipamentos finais são fabricados, mas também, à fábrica situada no Brasil, sendo que os produtos enviados estão relacionados apenas com o setor de plásticos, correspondendo a cerca de 65% da produção deste setor.

Relativamente ao projeto, que se centra na gestão de armazéns da unidade dos produtos intermédios, este surge no seguimento da falta de organização e procedimentos. O elevado nível dos *stocks* de segurança e a fraca estruturação de *layout* implicam uma dificuldade acrescida de inventários, que é transparecida nas suas contagens, efetuadas semestralmente. Para além disso, o facto de o nível produtivo ter vindo a aumentar constantemente, provoca um défice na gestão associada e, consequentemente, uma disparidade entre o *stock* físico e o *stock* informático. Assim sendo, de maneira a apoiar a gestão dos armazéns e a combater os aspetos mais negativos anteriormente indicados, foi proposto pela Frigocon o presente projeto.

1.2 Objetivos do projeto

No seguimento dos problemas indicados que deram origem ao projeto, o plano inicial apresentado incidia-se na gestão dos quatro armazéns (três em sistema informático) existentes na unidade dos produtos intermédios, sendo eles o da matéria-prima, da matéria-prima em vias de fabrico e os dois de produto intermédio. No entanto, após reflexão e discussão, de acordo com os interesses de ambas as partes (aluno e empresa), foi decidida uma alteração que enriqueceria as mesmas. Devido aos elevados tempos de *setup* que se verificam na produção da unidade, a aplicação da ferramenta SMED foi vista como uma alternativa à gestão dos armazéns da matéria-prima e da matéria-prima em vias de fabrico, possibilitando assim, o encerramento do ciclo associado aos armazéns do produto intermédio, uma vez que, esta variável influencia o método seguido para a gestão do mesmo, mais concretamente na diminuição do tamanho dos lotes, libertando assim, mais espaço em armazém.

Assim sendo, os objetivos delineados para que o projeto seja executado com sucesso, de acordo com as políticas da Frigocon, especificamente na unidade em questão, têm especial foco na organização e melhoria da utilização do espaço dos armazéns considerados, para que seja possível o reforço de recursos para armazenamento de novos produtos, mas também, para permitir o ajuste do espaço destinado atualmente aos já existentes. Para tal, são seguidas metodologias que serão especificadas na secção seguinte. Posteriormente a este estudo, os *layouts* atuais dos armazéns, bem como as propostas de melhoria dos mesmos serão apresentadas. Paralelamente, devido às possíveis alterações de *layout*, as identificações e localizações dos produtos nos respetivos armazéns, terão de ser expressas, de maneira a facilitar e a apoiar a organização que se pretende. Finalmente, como já referido, o facto dos elevados tempos de *setup* verificados na produção prejudicarem o alcance de uma melhoria mais eficiente, a aplicação do método SMED será também um dos objetivos impostos para que o processo de organização estruturado fique concluído de forma mais eficaz.

1.3 Método seguido no projeto

Numa fase inicial, paralelamente ao processo de integração na empresa, que permitiu um enquadramento do projeto e da dinâmica da empresa, foi feita uma recolha bibliográfica, através de artigos científicos e outros documentos relacionados com o tema, para suporte teórico, de maneira a apoiar os objetivos traçados. Ainda nesta primeira fase, é importante a perceção dos fluxos logísticos da unidade, com principal atenção na execução do planeamento, como este é transmitido à produção e, principalmente, se este consegue, ou não, ser cumprido com facilidade, sendo que a quantidade de urgências neste planeamento é um fator importante a considerar. Finalmente, para terminar esta fase primordial, é realizada uma análise aos produtos inseridos na unidade, para que haja uma familiarização com os que apresentam maior e menor rotatividade. Consequentemente a estas etapas, são entendidas as falhas que podem estar a ocorrer e de que maneira o projeto poderá encontrar soluções, planeando a partir daí com maior detalhe as fases seguintes.

Posteriormente, foram adotados modelos de reaprovisionamento de *stocks* para que seja possível a uniformização do planeamento e, assim, perceber qual o espaço necessário para o armazenamento dos produtos. Neste caso, a atenção prender-se-á no estudo dos artigos com maior rotatividade. Para isso, serão recolhidos todos os dados necessários para a execução dos métodos adotados, estando associados às quantidades económicas de produção e aos *stocks* de segurança.

No seguimento dos métodos desenvolvidos, é desenhado o *layout* atual dos armazéns e, a partir deste, apresentar possíveis soluções de melhoria, acompanhadas de sugestões de boas práticas em armazéns, através da metodologia 5S. Para além da apresentação de *layout* propriamente dita, de maneira a suportar as ideias expostas, será realizado um controlo de melhoria associado aos tempos de movimentação dentro dos respetivos armazéns.

Por último, como já mencionado anteriormente, será aplicado o método SMED, procurando uma redução dos tempos de *setup*, que influenciarão de modo a reduzir os valores determinados para as quantidades económicas de produção, o que possibilita assim uma posterior revisão à melhoria realizada, tornando-se assim um processo iterativo.

Como suporte à descrição apresentada, ilustra-se na Figura 1, o tempo destinado a cada tarefa do projeto de dissertação. De realçar que o presente relatório terá sido elaborado paralelamente ao plano de trabalhos exposto.

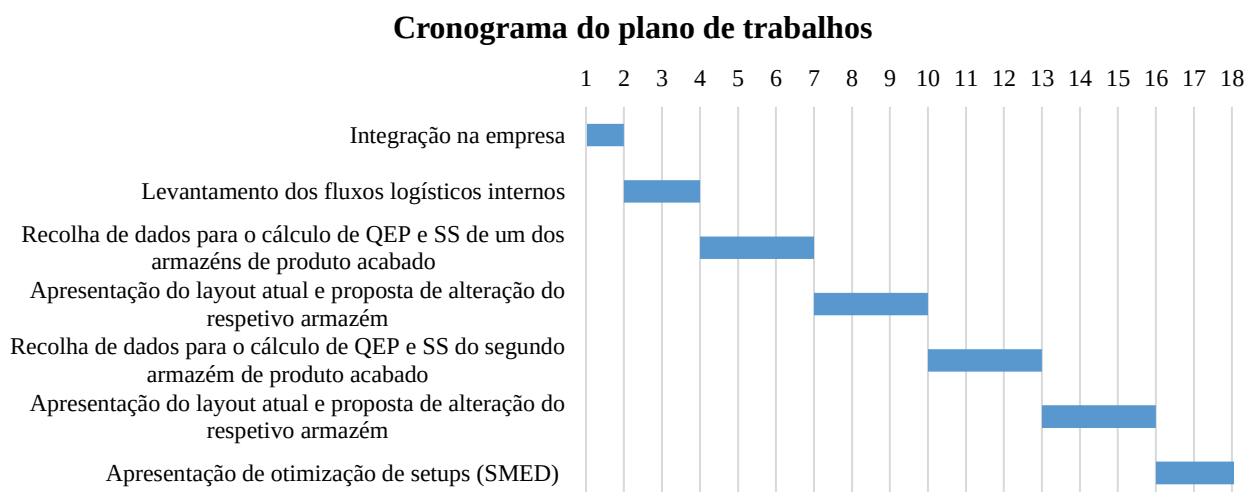


Figura 1 - Cronograma do plano de trabalhos do projeto de dissertação

1.4 Estrutura da dissertação

O presente documento encontra-se dividido em cinco capítulos, tendo sido estruturado ao longo do projeto, à medida que o trabalho se foi desenvolvendo no período determinado.

Neste primeiro capítulo, de carácter introdutório, foi realizada uma breve apresentação da empresa, bem como da unidade em que o projeto se insere. Foram também abordados os objetivos a atingir e os respetivos métodos seguidos ao longo do projeto.

No capítulo 2 é realizado um estudo ao estado da arte da área do projeto, relacionado com a gestão de armazéns, de maneira a recolher informação que suporte todas as metodologias utilizadas para descrever tanto a situação inicial, como as soluções expostas.

Relativamente ao capítulo 3, neste é apresentado, com detalhe, o problema que deu origem à realização do projeto, analisando-o com a devida atenção e pormenor, para que todas as soluções apresentadas tenham um fundamento adequado.

No capítulo 4 são desenvolvidas e explicadas todas as decisões tomadas para as propostas de melhoria do problema, apresentado no capítulo anterior.

Finalmente, no capítulo 5, todas as conclusões retiradas ao longo do trabalho são apresentadas, assim como a sugestão de possíveis ações futuras no âmbito do tema abordado, tendo sempre em vista o constante progresso da empresa.

2 Enquadramento teórico do projeto

2.1 Gestão de *stocks*

A gestão de *stocks* é normalmente vista na medida em que o nível de *stock* ótimo é representado por uma quantidade de inventário que minimiza os custos totais. Custos estes que se encontram associados, essencialmente, a três categorias: custos relacionados com a aquisição, a manutenção de *stock* e com as consequências de possíveis roturas de *stock*. A evolução destes custos é entendida na maneira em que os custos de manutenção de *stock* aumentam com o aumento do tamanho do lote, enquanto que os custos associados à aquisição diminuem com o aumento da quantidade encomendada em cada pedido. Sabe-se ainda que existe uma relação de balanceamento entre os custos de manutenção e os custos relativos às possíveis roturas de *stock*. Com isto, o desafio passa por perceber a função ótima que minimiza os custos mencionados, assim como a quantidade em cada pedido e o período a considerar entre pedidos. No entanto, não existe um objetivo único que seja aceitável para todas as organizações, produtos, ou mesmo para todas as categorias de *stocks*. Claro está que, os *stocks* apresentam um papel importante no que toca à normalização do modo de produção e, por isso, torna-se fundamental perceber o caminho que maximize o lado positivo associado à existência de *stocks*, a um custo mínimo (Korponai, Tóth, e Illés 2017).

É ainda essencial realçar que os *stocks* apresentam uma natureza distinta, isto é, *stocks* que são criados involuntariamente e *stocks* que são intencionais (intrínsecos ao processo de produção). Relativamente aos que são considerados inesperados, podem estar nas suas causas, erros nas previsões da procura, a produção por lotes e produção de quantidades superiores às requeridas. No que toca aos *stocks* deliberados, na sua origem pode estar a antecipação da procura devido a prazos alargados entre a encomenda e a produção, o nivelamento de possíveis flutuações da procura e a criação de *stocks* de segurança, caso existam produtos com defeito ou avarias nos equipamentos, por exemplo (Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous 2007).

2.2 Classificação de *stocks*

Para que se consiga evitar a existência de falhas no abastecimento, torna-se necessário o controlo de inventário, que permite reduzir os seus custos associados. Assim, é essencial que os *stocks* apresentem um tipo de classificação, que possibilite a sua gestão adequada nas indústrias.

2.2.1 Análise ABC

Relativamente aos vários métodos presentes na gestão de *stocks*, destaca-se a chamada análise ABC, também conhecida por análise ou princípio de Pareto (modelo proposto por Wilfredo Pareto), muito utilizada para a classificação dos produtos, permitindo identificá-los consoante o valor das suas saídas anuais de *stock*. O princípio desta análise consiste na divisão dos diferentes produtos em categorias, isto é, produtos com elevado valor representativo, no

entanto, em baixo número, destinam-se à categoria A. Já os produtos com um valor representativo baixo, mas em elevado número, são associados à categoria C. Produtos que se encontrem no intermédio das duas categorias já mencionadas, são classificados como produtos da categoria B. Mais concretamente, a categoria A abrange os produtos que representam 80% do negócio da empresa e apenas cerca de 20% do inventário (regra dos 80/20), enquanto que os que se aplicam à categoria B representam 15% do negócio e 30% do inventário, e à categoria C, 5% do negócio e 50% do inventário (Rizkya, et al. 2020).

Toda a abordagem da análise ABC permite identificar quais os produtos com maior impacto nos custos associados ao *stock* e, conseqüentemente, perceber as políticas de gestão e controlo mais adequadas a cada família de produtos. Contudo, a tradicional análise ABC pode surtir efeitos contrários aos desejados na classificação dos produtos em situações do mundo real, pois existem outros fatores que apresentam influência na representatividade dos mesmos, como por exemplo, o prazo de entrega, o custo de *stock*, obsolescência, durabilidade, capacidade de reparação, entre outros (Liu, et al. 2016).

2.3 Previsão da procura

Evidentemente que, seria de interesse comum a qualquer organização, produzir exatamente os produtos, e respetivas quantidades, que os clientes pretendem comprar. Para tal, ainda que com incertezas associadas, a utilização de um sistema de previsões seria a melhor aposta para antecipar futuras encomendas.

Para além disso, a precisão das previsões da procura influencia o comportamento do processo da cadeia de abastecimento, o que numa posterior análise apresenta também um impacto no desempenho do negócio em questão. O mesmo acontece com outros fatores, neles incluída a precisão já referida, que afetam a escolha do método mais adequado para a previsão, como por exemplo, o custo admissível associado, o tempo disponível para as realizar, e os dados históricos existentes sobre o produto considerado (Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous 2007).

2.3.1 Objetivos das previsões

O equilíbrio entre a oferta e a procura destaca-se como sendo o principal objetivo das previsões, tornando-se na base do planeamento e ajudando na definição daquilo que será indispensável produzir e qual o momento certo da produção.

Normalmente, erros associados às previsões são severamente penalizados. Contudo, a sua execução adequada pode tornar-se uma grande vantagem a nível competitivo, o que leva a uma queda nas despesas e a um aumento dos lucros nas empresas. Dependendo do objetivo a atingir, são efetuadas previsões a curto, médio ou longo prazo. Caso a previsão seja realizada a curto prazo (até seis meses), o interesse centra-se em atingir operações diárias ideais e a utilização máxima de recursos da empresa, enquanto que previsões a longo prazo (superiores a três anos), fornecem melhores oportunidades para a execução de um planeamento estratégico. Já nas previsões a médio prazo (de seis meses a dois anos), a atenção prende-se em definir e regularizar as capacidades de produção, a um nível geral, e de aprovisionamento, como por exemplo, a obtenção de um novo equipamento, ou mesmo o recrutamento de pessoal (Tratar e Strmčnik 2019).

2.3.2 Técnicas e métodos de previsão

O passo anterior do processo da cadeia de abastecimento é destinado às previsões, que podem tornar-se em algo fundamental para o negócio das empresas, uma vez que têm a possibilidade de garantir que os seus recursos funcionem eficazmente. Com isto, existem dois tipos de técnicas associadas às previsões, nomeadamente, as técnicas de séries temporais e técnicas causais. Ora, no presente projeto, o interesse recai sobre as séries temporais que são um grupo

de técnicas relacionadas com o futuro, como a regressão, decomposição e vários outros métodos adaptativos (Farizal et al. 2020).

Existem, essencialmente, cinco fatores fundamentais para uma empresa/organização atingir uma previsão eficiente: esclarecer qual o propósito da previsão a realizar, incorporar o planeamento e as avaliações da procura em toda a cadeia de abastecimento, reconhecer os principais fatores que influenciam essas avaliações, executar a previsão a um nível de incorporação adequado e, definir medidas de desempenho e erros para as estimativas (Farizal et al. 2020).

2.4 Modelos de gestão de *stocks*

Uma das grandes preocupações recai na otimização do nível de *stock*, mantendo sempre um nível de serviço adequado ao negócio. Claro que o ideal seria atuar na causa real que influencia as quantidades de *stock*. No entanto, de uma forma geral, o nível de *stock* relaciona-se diretamente com as entradas e saídas, sendo que a maneira mais eficaz de efetuar esse controlo seria a alteração do sistema das entradas. Visto que o lançamento de encomendas apresenta custos associados que, conseqüentemente, aumentam consoante o número de lançamentos, o ideal seria determinar a quantidade ótima, Q , que diminui os custos globais (Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous 2007).

De realçar que, os métodos apresentados seguidamente, aplicam-se unicamente a produtos com procura independente, isto é, a artigos que são geridos de forma independente um dos outros, quando está implícito que o consumo anterior de cada artigo se repetirá futuramente e que cada artigo continuará a ser uma necessidade. A acrescentar que, quando a procura é independente, implica que a previsão dos produtos seja baseada em dados históricos, o controlo dos produtos é efetuado através da análise ABC e os lotes são baseados nas quantidades económicas. De outra forma, ou seja, para produtos com procura dependente, seriam utilizados outros modelos, como por exemplo, o MRP (*Material Requirement Planning*) (Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous 2007).

2.4.1 Custos de *stock*

No seguimento do objetivo principal, minimização dos custos associados às existências de materiais em *stock*, esquematizado na Figura 2, interessa então considerar os custos de aprovisionamento dos materiais, que inclui o custo do material adquirido, $C \times Q$, e o custo do processo de aquisição (despesas burocráticas e contabilísticas, transportes, receção e arrumação do material), F_0 , fixo e independente de Q , e é dado pela equação (2.1), para uma encomenda, e pela equação (2.2) para o caso do custo de aprovisionamento anual (Vasconcelos 1991):

$$\text{Custo de aprov (1 encomenda)} = F_0 + C \times Q \quad (2.1)$$

$$\text{Custo de aprov. (anual)} = \frac{F_0 \times d}{Q} + C \times d \quad (2.2)$$

Tendo em conta que o presente modelo assume que não existem descontos de quantidade, a parcela $C \times Q$ é constante e independente de Q . Assim, o custo anual de aprovisionamento adaptado ao que realmente interessa para o modelo resume-se na equação (2.3) (Vasconcelos 1991).

$$\text{Custo de aprov. (anual)} = \frac{F_0 \times d}{Q} = F_0 \times N \quad (2.3)$$

Em que d representa a procura anual e N o número de aprovisionamentos por ano.

Para além dos custos de aprovisionamento, são também abrangidos o custo de posse, dado pela equação (2.4) e o custo de rotura de *stock*, na equação (2.5), sendo que o primeiro inclui o juro de capital imobilizado, a armazenagem, aluguer e manutenção dos armazéns, os seguros, a deterioração e a obsolescência dos produtos. Já no segundo, o custo que lhe está associado é difícil de avaliar e, por isso, é estimado um custo de rotura de *stock*, F_2 , que é fixo e independente do número de unidades em falta (Vasconcelos 1991).

$$\text{Custo anual de posse} = F_1(C \times S) \quad (2.4)$$

$$\text{Custo anual de rotura} = F_2 \times n_r \quad (2.5)$$

Em que F_1 representa a taxa de posse, S o *stock* médio e n_r o número de roturas por ano.

Com isto, somos já capazes de determinar o custo anual de gestão, K , que resulta de uma política de reaprovisionamento de Q unidades, expressa na equação (2.6).

$$K = \frac{F_0 \times d}{Q} + F_1(C \times S) + F_2 \times n_r \quad (2.6)$$

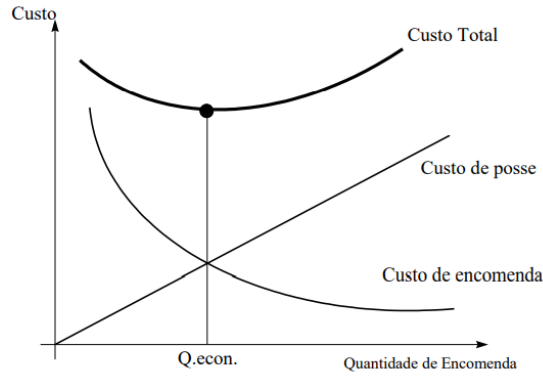


Figura 2 - Custo económico e quantidade económica (Retirado de (Guedes 2017))

2.4.2 Quantidade económica de produção

Para que seja possível a redução dos custos de produção e dos custos associados ao *stock* das organizações, o controlo de inventário é indispensável, contudo, insuficiente. Aliado a esse controlo, deve ser definida uma estratégia de negócio, em conjunto com a gestão financeira e a gestão da informação, que depende, naturalmente, de fatores dos recursos humanos responsáveis pelas previsões a médio e longo prazo, uma vez que, as informações desenvolvidas por estes fornecem condições para quanto encomendar e quando deve ser efetuada essa encomenda (Roşu, Tarbă, e Neagu 2016).

Deste modo, é então desenvolvido um modelo que permite a determinação das duas variáveis mencionadas e é baseado no modelo de Wilson, em que a sua principal característica é o facto de ser determinístico, assumindo os seguintes pressupostos: procura constante a uma taxa anual, d ; prazo de entrega, PE , constante; inexistência de roturas de *stock*; ausência de descontos de quantidade; e entregas integrais (ou seja, Q entregue de uma só vez) (Vasconcelos 1991).

Assim, tendo em conta todos os pressupostos referidos, a quantidade económica de produção, Q_w , (ou quantidade de Wilson), é dada pela expressão (2.8) que minimiza os custos totais nestas condições (equação (2.7)), isto é, sem existência de roturas e sendo o *stock* médio dado por $Q/2$ (Vasconcelos 1991).

$$K = \frac{F_0 \times d}{Q} + F_1 \left(C \times \frac{Q}{2} \right) \quad (2.7)$$

$$\frac{dK}{dQ} = 0 \Rightarrow Q_w = \sqrt{\frac{2 \times F_0 \times d}{F_1 \times C}} \quad (2.8)$$

Substituindo agora a quantidade económica calculada na expressão dos custos globais, temos na equação (2.9) que (Vasconcelos 1991),

$$K = \sqrt{2 \times F_0 \times F_1 \times C \times d} \quad (2.9)$$

2.4.3 Métodos de reaprovisionamento

Após concluída a fase da antevisão da procura, torna-se viável a determinação da quantidade de inventário necessária, bem como o momento ideal para o reabastecimento de *stock*. Assim, no seguimento desta abordagem, são desenvolvidos dois métodos que permitem a sua execução, designados por método de revisão contínua e método de revisão periódica (Brunaud et al. 2019).

Relativamente ao método de revisão contínua, apresentado na Figura 3, quando o nível de inventário atinge um determinado valor definido, designado por nível de reaprovisionamento NR, dada pela equação (2.10), é lançada uma encomenda de Q unidades, com um prazo de entrega, PE, para o abastecimento do *stock*. Neste método, a existência de incertezas pode influenciar o nível de *stock* no final de cada período (Brunaud et al. 2019).

$$NR = PE \times d \quad (2.10)$$

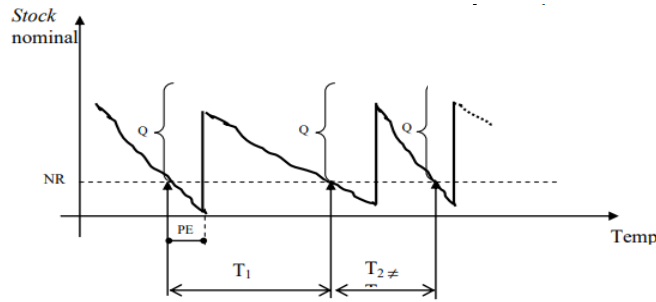


Figura 3 - Método de revisão contínua (Retirado de (Guedes 2017))

No que toca ao método de revisão periódica, ilustrado na Figura 4, o inventário é revisto a intervalos de tempo fixos, em que o pedido de encomenda e a respetiva quantidade dependem unicamente do nível de inventário que existe no momento. Assim, quando o inventário se encontra abaixo de um limite definido, é efetuado o lançamento da encomenda, sendo o valor da quantidade, a diferença entre o nível de enchimento, NE, expresso na equação (2.11), e o inventário presente no momento. Relativamente à presença de incertezas, estas podem afetar a quantidade da encomenda e, ainda, a possível existência de risco de rotura entre os pontos de revisão. Em termos de comparação, o método ótimo incide-se no método de revisão contínua, uma vez que este permite reagir mais rapidamente contra os aumentos da procura, tendo menor período de risco (Brunaud et al. 2019).

$$NE = (T + PE) \times d \quad (2.11)$$

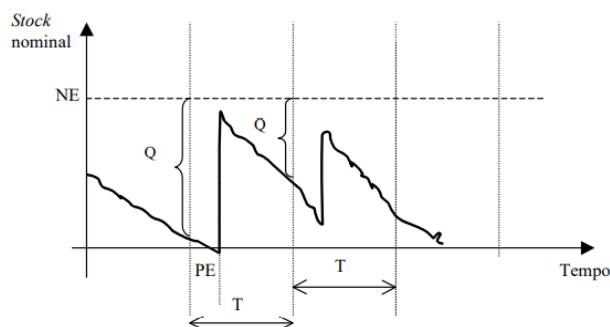


Figura 4 - Método de revisão periódica (Retirado de (Guedes 2017))

2.5 Stock de

segurança

Um dos grandes problemas das empresas pode traduzir-se na existência de falhas ou roturas no fornecimento. Entendem-se por falhas no fornecimento, ocorrências aleatórias que provocam a paragem do funcionamento, completa ou parcialmente, dos fornecedores ou doutras entidades envolvidas na cadeia de abastecimento, durante um período também aleatório. Mais concretamente falando de falta ou rotura de *stock*, esta deve-se, principalmente, às variações da procura por parte dos clientes, dos prazos de entrega de matérias-primas, ou até mesmo das peças produzidas, e também a acontecimentos inesperados ao longo do processo (Hishamuddin et al. 2019).

Naturalmente, períodos de interrupção mais alargados resultam em aumentos significativos nos custos de recuperação e nos níveis de *stock* de segurança. Claro que, numa cadeia de abastecimento ideal, todos os processos são efetuados conforme o planeamento, no entanto, grande parte das cadeias de abastecimento reais presenciara obstáculos que poderão perturbar o sistema. Assim, uma vez que as interrupções nas cadeias de abastecimento apresentam um impacto considerável, as empresas concentram-se na estruturação de medidas com o objetivo de recuperar rapidamente os danos causados, otimizando as suas decisões de acordo com a minimização dos custos (Hishamuddin et al. 2019).

Deste modo, para que seja possível moderar o efeito dos fatores referidos, o nível de *stock* deve ter em conta um ajuste que inclua um *stock* de segurança complementar. Ora, paralelamente à determinação do *stock* de segurança, é ainda decidido o nível de serviço associado, isto é, a probabilidade pretendida para que não ocorra uma rotura entre o lançamento de uma encomenda e o momento em que esta é recebida. Claro está que, quanto maior o nível de serviço, maior será o valor do *stock* de segurança, o que implicará um aumento dos custos de manutenção de *stock*, no entanto, contrapõe-se com o alcance da maior satisfação dos clientes e, obviamente, da diminuição de roturas de *stock*. De mencionar ainda que, o nível de serviço ótimo ocorre no nível de *stock* em que os custos relacionados com a rotura de *stock* se igualam aos custos anuais de manutenção de *stock*, que equivale a um risco de rotura de, aproximadamente, 1% (Korponai, Tóth, e Illés 2017).

A análise da Figura 5 permite perceber a distribuição da probabilidade de ocorrências das quantidades definidas, sendo maior em torno do valor esperado, diminuindo até à cauda direita da função. Importante realçar também a ideia já abordada anteriormente de que a probabilidade de existência de falhas no *stock* diminui à medida que o valor do *stock* de segurança aumenta, o que é também confirmado na figura.

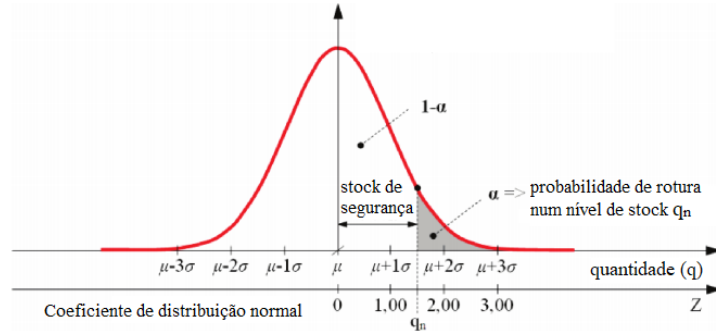


Figura 5 - Efeito do *stock* de segurança na probabilidade de existência de rotura de *stock* (Adaptado de (Korponai, Tóth, e Illés 2017))

Posto isto, a pergunta que surge é: uma vez que os modelos estudados para a quantificação das quantidades económicas de produção apresentam pressupostos de taxas de procura constantes, como são aplicados esses mesmos modelos em situações de procura e prazos de entrega variáveis? Pois bem, a resposta está, novamente, na determinação do *stock* de segurança, que compensará essas irregularidades, tendo em consideração as possíveis variações, tanto na procura como nos prazos de entrega.

2.5.1 Variação da procura

Assumindo os pressupostos simplificativos de que a procura é normalmente distribuída num certo período x com uma média μ_x e uma variância σ_x^2 , o prazo de entrega PE é fixo e o período de tempo T considerado compreende vários outros períodos independentes, tem-se que a procura ao longo do período do prazo de entrega PE apresenta um desvio padrão de $\sigma_{x,PE} = \sigma_x \sqrt{PE}$ (Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous 2007).

Assim, o *stock* de segurança, SS, admitindo a existência de variações no consumo, é dado pela equação (2.12),

$$SS = z \sigma_x \sqrt{PE} \quad (2.12)$$

Sendo z o coeficiente de distribuição normal cumulativa inversa para um determinado nível de serviço definido. Por exemplo, para um nível de serviço de 95%, o valor de z é de 1.65.

2.5.2 Variação do prazo de entrega

Passando ao caso em que a variação está associada ao prazo de entrega, considera-se o seu desvio padrão, σ_l (em dias) e é realizada a mudança de variável de dias para consumo. Desta forma, tem-se na equação (2.13) que (Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous 2007),

$$\sigma_l(\text{consumo}) = (\text{consumo}/\text{dia}) \times \sigma_l(\text{dias}) \quad (2.13)$$

Sendo que o *stock* de segurança passa a ser: $SS = z \sigma_l$.

2.5.3 Variação da procura e do prazo de entrega

Relativamente à existência de variação tanto na procura como no prazo de entrega, sabendo que estas duas variáveis são independentes, torna-se possível efetuar a soma das variâncias (equação (2.14)) e, posteriormente, o cálculo do respetivo *stock* de segurança, através da equação (2.15) (Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous 2007).

$$\sigma^2 = \sigma_l^2 + PE \sigma_{x,PE}^2 \quad (2.14)$$

$$SS = z \times \sigma \quad (2.15)$$

2.6 Layout de armazém

Todo o armazém envolve os movimentos de materiais e as informações relativas à dinâmica do mesmo. Inclui atividades como o recebimento de material, armazenamento, recolha de pedidos, identificação e envio. Para que todas as atividades associadas ao armazém sejam eficazes, é necessário definir um *layout* eficiente. De uma forma geral, os principais objetivos de um *layout* bem estruturado são a redução da distância de transporte dos produtos desde a produção até ao armazém de produtos acabados (no caso do projeto em questão), possibilidade de manuseamento dos materiais de forma mais facilitada e eficiente, o armazenamento mais económico relativamente ao custo dos equipamentos, flexibilidade máxima para reagir a mudanças de armazenamento e, com isto, instruir o armazém como sendo um plano de boa organização (Sudiarta et al. 2020).

Deste modo, destacam-se alguns princípios que permitem alcançar todos os objetivos mencionados anteriormente para um *layout* eficiente. Entre estes, um dos métodos utilizados para avaliar a movimentação dos materiais e o preço associado é a classificação ABC. Assim, os produtos são armazenados conforme o grupo em que inserem, mantendo cada um com localização fixa. Por outro lado, a uniformização de tarefas por parte dos operários e o reforço de métodos visuais promovem igualmente uma boa organização e gestão do armazém. Estes últimos fortalecem automaticamente a ideologia intrínseca na metodologia 5S.

2.6.1 Metodologia 5S

O constante aumento da competitividade no mercado tem implicado uma maior pressão sobre as empresas para a melhoria contínua dos seus produtos e serviços. Desta forma, o crescimento ao nível organizacional revê-se como um dos aspetos fundamentais para o alcance de uma boa posição da empresa no mercado. Para tal, a adoção de determinadas práticas e métodos são essenciais. Dentro das variadas ferramentas *Lean*, a metodologia 5S, desenvolvida no Japão e implementada, pela primeira vez, pela Toyota como parte do seu sistema de produção, TPS (*Toyota Production System*), é projetada para melhorar a eficiência, reforçar o desempenho e possibilitar a melhoria contínua na grande maioria das secções das organizações (Randhawa e Ahuja 2017).

Com origem japonesa, como já referido, e adaptando os seus procedimentos ao contexto de armazéns, 5S é a forma abreviada de cinco palavras que representam os seguintes processos: *Sort* (*Seiri*), *Set in order* (*Seiton*), *Shine* (*Seison*), *Standardize* (*Seiketsu*) e *Sustain* (*Shitsuke*), explicados com mais detalhe de seguida (Filip e Marascu-Klein 2015).

Sort (*Seiri*): Este primeiro elemento dos 5S relaciona-se com o princípio da organização, em que o fundamental passa por classificar ou manter os materiais e equipamentos nos seus locais apropriados, de acordo com a sua importância e frequência de utilização nesse mesmo espaço. Desta forma, garante-se a utilização eficiente do local de trabalho, evitando um aglomerado de materiais desnecessários, que se tornam um impedimento para um bom fluxo de trabalho. Aquando da implementação deste princípio de classificação, as perguntas que devem surgir estão relacionadas com o porquê de ser necessário, quem precisa, com que frequência é preciso e qual a última vez em que foi necessário. Consoante as respostas às mesmas, o processo avança, retirando tudo o que é dispensável à atividade. Assim sendo, os principais objetivos implícitos no *Sort* prendem-se na redução de problemas no fluxo de trabalho, como já mencionado, a comunicação entre colaboradores é melhorada, assim como a qualidade e a produtividade (Randhawa e Ahuja 2017).

É ainda importante realçar a aplicação da *Red Tagging* neste elemento dos 5S, um procedimento destinado à utilização de uma etiqueta vermelha, tal como o seu nome indica, de maneira a armazenar todos os produtos que estejam fora do local de trabalho que não sejam necessários à produção. Posteriormente, todos os produtos que tenham a etiqueta serão revistos por

responsáveis, para que estes sejam avaliados relativamente à sua necessidade (The Agility Group, sem data).

Set in order (Seiton): Após concluída a primeira fase do método em estudo, o foco passa a centrar-se no desenvolvimento de uma utilização económica do espaço de trabalho, armazenando todos os produtos de forma limpa e ordenada. Para tal, a identificação de locais apropriados para os materiais torna-se essencial, na maneira em que facilita o controlo eficiente das operações, elimina o desperdício no *picking* e na reposição, mas também, na variedade de materiais. A identificação dos locais pode ser feita com a utilização de uma placa de sinalização, identificada de forma clara, ou através da pintura de linhas no solo para que o trabalho flua idealmente (Filip e Marascu-Klein 2015).

Shine (Seison): Relativamente ao terceiro S, este prima-se pela limpeza regular, defendendo uma autoinspeção e a criação de um local de trabalho sem desordem. A limpeza neste terceiro elemento distribui-se, essencialmente, pelos equipamentos, pelo piso, estantes, tubagens e pelas fontes de luz. Um outro princípio desenvolvido relaciona-se com a criação de um plano de manutenção adequado para os equipamentos e a zona envolvente, de maneira a libertar a área de trabalho (Filip e Marascu-Klein 2015).

Standardize (Seiketsu): No que toca ao quarto elemento dos 5S, este relaciona-se com um processo de uniformização do local de trabalho, para que a produtividade e eficiência sejam melhoradas e este se torne confortável. Assim, durante a sua implementação, recorrendo também à gestão visual, são desenvolvidos procedimentos padrão para que as práticas de trabalho introduzidas nas fases anteriores da metodologia em causa sejam aperfeiçoadas. Toda esta padronização é conseguida, por exemplo, nas áreas de armazenamento, nos materiais e ferramentas de trabalho (facilitando a sua procura), objetos pessoais, produtos rejeitados (reduzindo a probabilidade de ocorrerem erros provocados pela mistura dos produtos), e ainda a utilização de carrinhos de ferramentas (tornando o trabalho mais organizado) (Randhawa e Ahuja 2017).

Sustain (Shitsuke): Por último, o quinto elemento dos 5S destina-se a suportar todos os anteriores, sendo difícil de o compreender e implementar, uma vez que, exige a todos os intervenientes uma proatividade no que toca às mudanças pretendidas, o que se torna um desafio para as empresas, devido à resistência inerente na mentalidade das pessoas. No entanto, este último S difere dos quatro anteriores, na maneira em que não é diretamente mensurável e a sua implementação não é conseguida por meio de técnicas, porém, apoia e incentiva os funcionários a criarem bons hábitos. Existe, ao longo desta fase, uma necessidade de disciplina no quotidiano dos 5S, resultando na importância de tornar esta metodologia um hábito das empresas, permitindo o alcance de benefícios notórios (Randhawa e Ahuja 2017).

2.7 VSM

Dentro das várias ferramentas *lean*, o VSM (*Value Stream Mapping*) é um dos métodos utilizados pelas empresas, sendo uma ferramenta baseada em processos que, a partir da sua visualização, são mapeados os fluxos de materiais e documentadas as informações necessárias para estruturar as atividades relacionadas com os fornecedores, fabricantes e distribuidores. O seu principal objetivo é acrescentar valor aos processos, de maneira a servir melhor o cliente, tentando eliminar todos os desperdícios da cadeia de valor (todas as atividades necessárias para transformar matérias-primas e informação num produto acabado ou serviço). (Gholami et al. 2019)

Numa fase inicial, é necessária a realização de um mapa do estado atual para perceber qual a origem do desperdício, de maneira a conseguir criar oportunidades, com o auxílio das ferramentas *lean*, para atuar nessa causa, tornando-se também numa mais-valia para entender quais as atividades que apresentam realmente valor para a empresa. Para o cumprimento desta

primeira fase, tem de ser selecionado um produto ou família de produtos, fazendo o seguimento de todo o seu processo. Para que este acompanhamento seja realizado de forma eficiente, a seleção de um colaborador qualificado com o conhecimento completo do processo, é fundamental. A fase seguinte centra-se na elaboração de um VSM, tendo em conta uma previsão futura com todas as inovações e melhorias, programando todas as atividades destinadas para tal. Nesta etapa, a identificação das ações necessárias para atingir o estado futuro com o mínimo investimento, é o principal foco. (Gholami et al. 2019)

Relativamente aos possíveis desperdícios existentes nas atividades de armazém, destacam-se as discordâncias que podem haver entre o material registado em sistema e aquele que realmente existe fisicamente, as movimentações dos produtos, o tempo que é despendido na procura de material, nos trajetos realizados nos empilhadores e, também, em determinadas tarefas de *picking* que podem ser consideradas dispensáveis. (Coimbra 2013)

2.8 SMED

Single Minute Exchange of Die (SMED), método que se traduz como sendo a mudança de ferramentas em menos de 10 minutos, introduzido e desenvolvido no grupo Toyota por Shingo, utilizado na análise e melhoria do tempo perdido nas mudanças de série de fabrico. O seu principal objetivo incide na diminuição do tempo total de perda de eficiência devido à mudança de série de fabrico, passando pela organização do posto de trabalho e pela automatização do processo (Courtois, Pillet, e Martin-Bonnefous 2007).

Relativamente aos benefícios que resultam da aplicação do método SMED, estes são ilustrados no esquema na Figura 6.

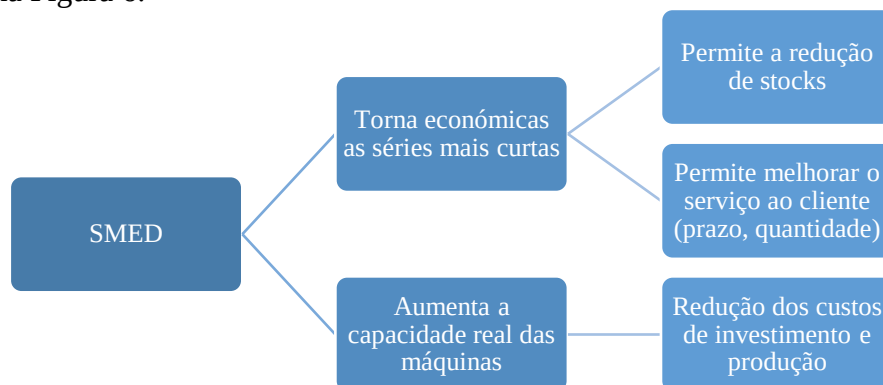


Figura 6 - Benefícios do método SMED (Adaptado de (Coimbra 2013))

Tendo por base o estudo do tempo de mudança, este é separado em tempo para operações internas e em tempo para operações externas. Às atividades realizadas com as máquinas paradas, associa-se o tempo de *setup* interno, por outro lado, às atividades que se realizam com a máquina em funcionamento é associado o tempo de *setup* externo. No entanto, numa situação inicial, o trabalho de mudança não se encontra racionalizado, não há presença de um método e, por isso, o tempo de preparação é variável, não havendo diferença entre o trabalho externo e o trabalho interno. Desta forma, com a introdução do método SMED, são seguidas cinco etapas: estudo do trabalho, separação do trabalho interno do trabalho externo, transformação do trabalho interno em trabalho externo, redução do trabalho interno e redução do trabalho externo. No que toca à primeira etapa, o estudo do trabalho, são registados e classificados todos os elementos de trabalho necessários. Para tal, todo o trabalho de preparação é filmado, sendo que todas as tarefas são cronometradas, registadas e classificadas em diferentes categorias, mas também, como sendo internas ou externas. Posteriormente, é identificado o desperdício e é calculado o tempo total e subtotais por categoria. Relativamente à segunda etapa, separação do trabalho interno do trabalho externo, todo o trabalho efetuado antes da paragem da máquina

deve ser identificado, bem como o trabalho a realizar com a máquina parada e após paragem. Na terceira etapa, a transformação do trabalho interno em trabalho externo pode ser feita através de pré-montagens, regulações prévias e, caso necessário, realizar o pré-aquecimento da máquina externamente. Passando à quarta etapa, a redução do trabalho interno foca-se em tentar eliminar ajustes e afinações, simplificar fixações e apertos e obter mais mão de obra para trabalhar em paralelo durante a mudança de série. Finalmente, na quinta etapa, destinada à redução do trabalho externo, pretende-se melhorar a logística de suporte e a manutibilidade das máquinas (Coimbra 2013).

Terminadas as etapas mencionadas, é fundamental que haja seguimento da evolução do tempo de preparação, verificando o efeito das ações de melhoria.

3 Apresentação e análise da situação atual

O presente capítulo destina-se, numa primeira fase, à descrição do estado inicial dos armazéns incorporados no projeto, mas também, da situação relacionada com os tempos de mudança de série na secção do aramado/pintura da unidade dos produtos intermédios. O processo de análise tornar-se-á, de certa forma, iterativo, uma vez que, a aplicação do método SMED influenciará, obviamente, os tempos de *setup*, que por sua vez influencia a determinação das quantidades económicas de produção e, consequentemente, o espaço destinado aos produtos no respetivo armazém.

Primeiramente, será apresentado um enquadramento físico dos dois armazéns do produto intermédio, de maneira a ser visualmente perceptível o funcionamento logístico de ambos, recorrendo, posteriormente, à ferramenta VSM. Serão também exibidos os *layouts* atuais dos armazéns, juntamente com a análise ABC dos produtos das diferentes secções de produção e as respetivas disposições dos produtos nos armazéns. No que toca à organização e limpeza dos armazéns, será explicado em que nível se encontram estes pontos, para que seja entendida a importância da possível implementação dos 5S. Finalmente, terminada a análise dos armazéns, a atenção passará para a secção do aramado/pintura da produção, para que sejam estudados os métodos utilizados para a mudança de ferramentas nos equipamentos, procurando ações de melhoria nos mesmos.

3.1 Armazéns de produto intermédio

Como já referido no capítulo 1, o produto intermédio encontra-se fisicamente dividido em dois armazéns, tal como representado na Figura 7, sendo que um deles destina-se ao armazenamento dos produtos das secções da metalomecânica (estampagem/serralharia, aramado/pintura e LED's) e o outro destinado ao armazenamento dos produtos das secções dos plásticos (injeção/extrusão e a termoformação). No entanto, informaticamente, estes armazéns são referenciados como sendo o mesmo e é intitulado de armazém 13. Relativamente ao armazém destinado à metalomecânica, é importante esclarecer, de forma breve, a dinâmica da produção, para que sejam entendidos os processos de armazenamento. Assim sendo, como já sabido, existem quatro secções na metalomecânica (consideradas como duas em sistema informático), em que os produtos da serralharia e estampagem (secções independentes uma da outra), depois de fabricados seguem para o armazém, salvo poucas exceções que passam primeiramente pela pintura. Por outro lado, as restantes secções, aramado e pintura, funcionam na maneira em que toda a produção realizada na secção do aramado, segue obrigatoriamente para a secção da pintura, o que estabelece uma dependência entre estas secções, ou seja, nenhum artigo que seja produzido no aramado vai diretamente para o armazém. No que toca ao armazém destinado aos plásticos, como já mencionado, uma considerável percentagem da produção destes é enviada para o Brasil, pelo que a única zona de expedição existente neste armazém, é reservada para os produtos que para lá seguem. Existe, contudo, no armazém da matéria-prima, situado imediatamente ao lado do armazém de produto intermédio (apenas separado por uma rede), um pequeno local, aproveitado pela logística do armazém, destinado para a expedição dos produtos que seguem para a unidade dos produtos acabados de Vila do Conde.

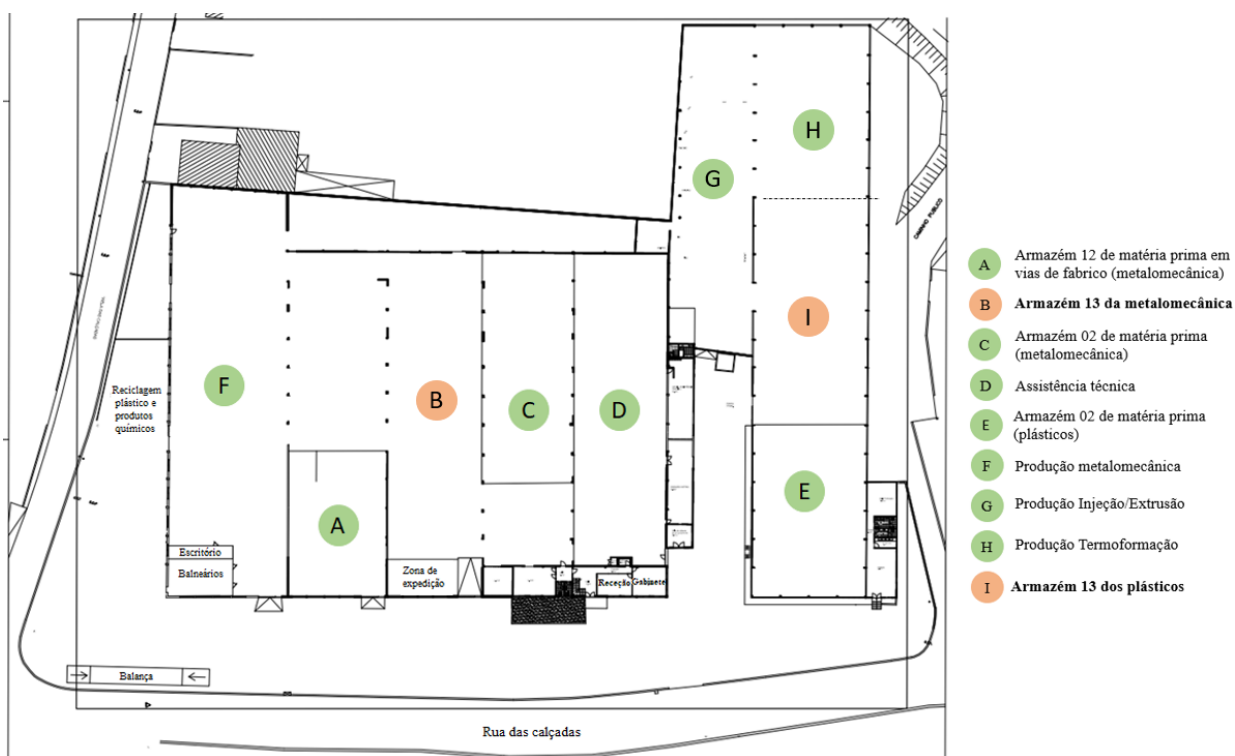


Figura 7 - Planta da unidade de produtos intermédios

3.1.1 Layout atual dos armazéns 13

Para uma melhor compreensão dos fluxos logísticos incorporados em cada um dos armazéns dos produtos intermédios, e da utilização do espaço, são apresentados de seguida, nas Figuras 8 e 9, os *layouts* dos dois armazéns de produto intermédio da metalomecânica e dos plásticos, respetivamente. Importante referir, de apoio aos *layouts* e ao estudo a realizar posteriormente que, a largura dos corredores entre estantes varia entre os 4.35 m e os 4.95 m no armazém da metalomecânica e entre os 4.23 m e os 5.5 m no armazém dos plásticos. Contudo, os *layouts* completos, devidamente cotados e realizados em ferramentas CAD, encontram-se no anexo A.

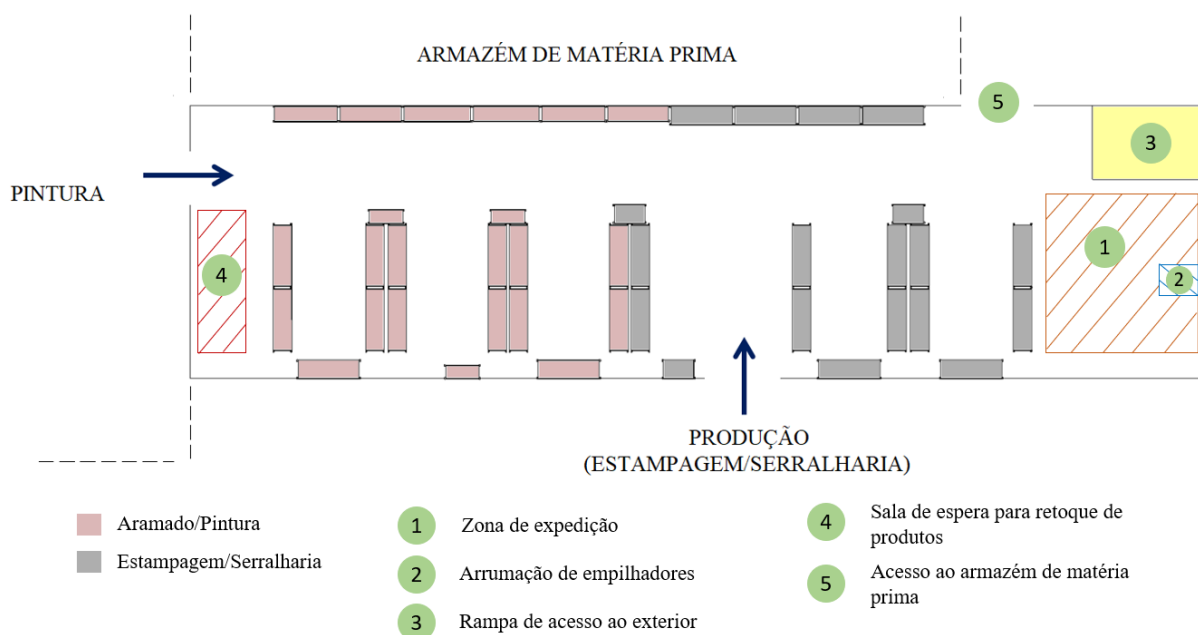


Figura 8 - Layout do armazém 13 destinado à metalomecânica

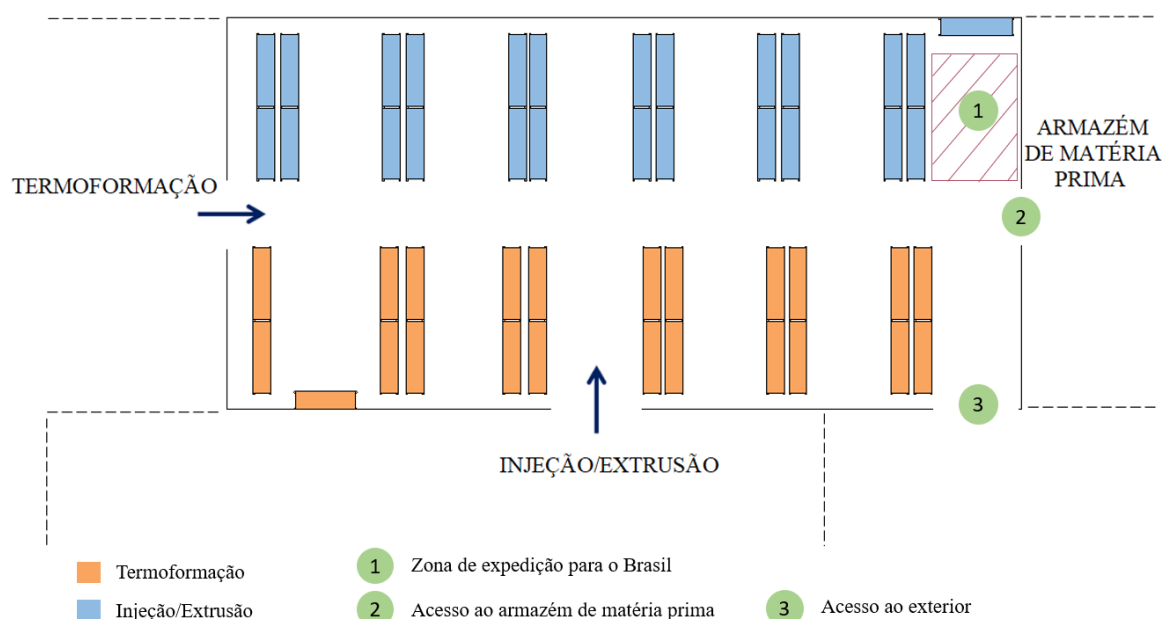


Figura 9 - Layout do armazém 13 destinado aos plásticos

3.1.2 Análise do espaço de armazenamento

Uma vez representados os *layouts* dos armazéns, o principal objetivo a concretizar neste ponto relaciona-se com a produção de novos artigos, fazendo jus àquilo que são os ideais da empresa. Claro que, para que tal aconteça, implicará a obtenção de mais espaço para possibilitar o seu armazenamento. No entanto, ainda que os novos artigos não tenham entrado em produção, o espaço atual para os artigos produzidos no momento, encontra-se aquém do que é realmente necessário, havendo muitas vezes a ocupação das zonas de passagem dos armazéns. Como se confirma pela Figura 10, é colocado material nos corredores entre estantes (armazém dos plásticos) e no corredor principal (armazém da metalomecânica), o qual acede ao exterior. Obviamente que, a falta de espaço visível impede o bom funcionamento de todas as operações associadas aos armazéns, pondo em causa a segurança de todos os que nele estão envolvidos e, por isso, importa perceber quais as possíveis causas por detrás deste problema, de maneira a ser possível atuar nas suas soluções.



Figura 10 - Problemática da falta de espaço no armazém 13 (esquerda – metalomecânica; direita - plásticos)

Como tal, a evidente falta de espaço nas estantes pode ser justificada por diferentes aspetos, entre estes, as falhas no planeamento da produção. De uma forma geral, o planeamento realizado na unidade de produtos intermédios tem por base as necessidades da unidade de produto acabado, sendo que estas não apresentam alcance temporal, ou seja, todas as encomendas realizadas pelos clientes estão disponíveis para consulta. No entanto, a realização

do planeamento da unidade de produtos intermédios apenas tem em conta as duas semanas que sucedem a atual, no entanto, apenas é entregue à produção um planeamento semanal. A dependência que o planeamento da unidade de produtos intermédios tem face à unidade de produto acabado causa, muitas vezes, paragens na produção para cumprir com as urgências que surgem repentinamente e, em consequência, no mesmo espaço de tempo, é produzida uma maior quantidade de produtos do que o planeado. Tais urgências podem ocorrer devido a diversos fatores, como a alteração do planeamento do cliente, derivada das prioridades por parte da equipa comercial, mas também, devido a erros na estrutura dos produtos ou nas ordens de fabrico. Por outro lado, e neste caso não tão diretamente relacionado com a falta de espaço, a escassez de matéria prima, justificada também por alterações de última hora por parte da unidade de produto acabado, tem sido outro fator determinante para os problemas visíveis no planeamento da unidade dos produtos intermédios, o que implica que este planeamento se torne arriscado e sem garantias. No entanto, obviamente que, a origem de certos lapsos pode estar relacionada com erros no inventário dos produtos intermédios.

Para além dos entraves existentes no planeamento, a gestão dos *stocks* torna-se também num impedimento para o eficiente funcionamento da produção. Atualmente, os *stocks* de segurança determinados pela empresa, bem como as quantidades económicas de produção, não são cumpridos no dia a dia, pois há uma grande quantidade de produtos que não têm o cálculo dessas variáveis, mas também, porque a probabilidade dos valores existentes não serem os mais corretos, é considerável, o que poderia levar a falhas no fornecimento dos produtos ao cliente. Com isto, tornar-se-á uma dificuldade acrescida a comparação entre valores atuais e valores ótimos, posteriormente desenvolvidos, implicando que a tomada de decisões seja feita com base no conhecimento daqueles que, diariamente, lidam com todas as informações relacionadas com a produção e a procura dos clientes.

Após a avaliação do planeamento e do estado atual do registo dos *stocks* de segurança e das quantidades económicas de produção, a perceção dos produtos que apresentam maior valor para a unidade dos produtos intermédios e, consequentemente, para a empresa num todo, assim como a sua respetiva disposição nos armazéns, são outros fatores que influenciam a organização do espaço e da logística dos mesmos. Assim sendo, a realização de um diagnóstico a este nível, tornou-se fundamental para perceber a situação atual.

3.1.3 Análise ABC dos produtos

Numa fase inicial, foi então desenvolvida a análise ABC dos produtos das secções da metalomecânica e dos plásticos, com exceção dos LED's, devido à quantidade de produtos ser muito baixa e por não existir qualquer tipo de desordem nesta secção. De realçar que a análise não foi realizada aos produtos como um todo, mas sim para cada secção, para que, posteriormente, sejam trabalhadas uma a uma, de acordo com as suas especificidades. O estudo foi efetuado tendo em conta os últimos três anos (2018, 2019 e 2020), no entanto, por questões derivadas à pandemia, à entrada em novos mercados e às melhorias realizadas em muitos dos produtos, a qual originou uma nova codificação dos mesmos, decidiu-se analisar isoladamente as procuras no ano de 2020, uma vez que, a realidade atual se aproxima do que foi esse mesmo ano. Assim sendo, são apresentados na Figura 11, os gráficos de Pareto resultantes.

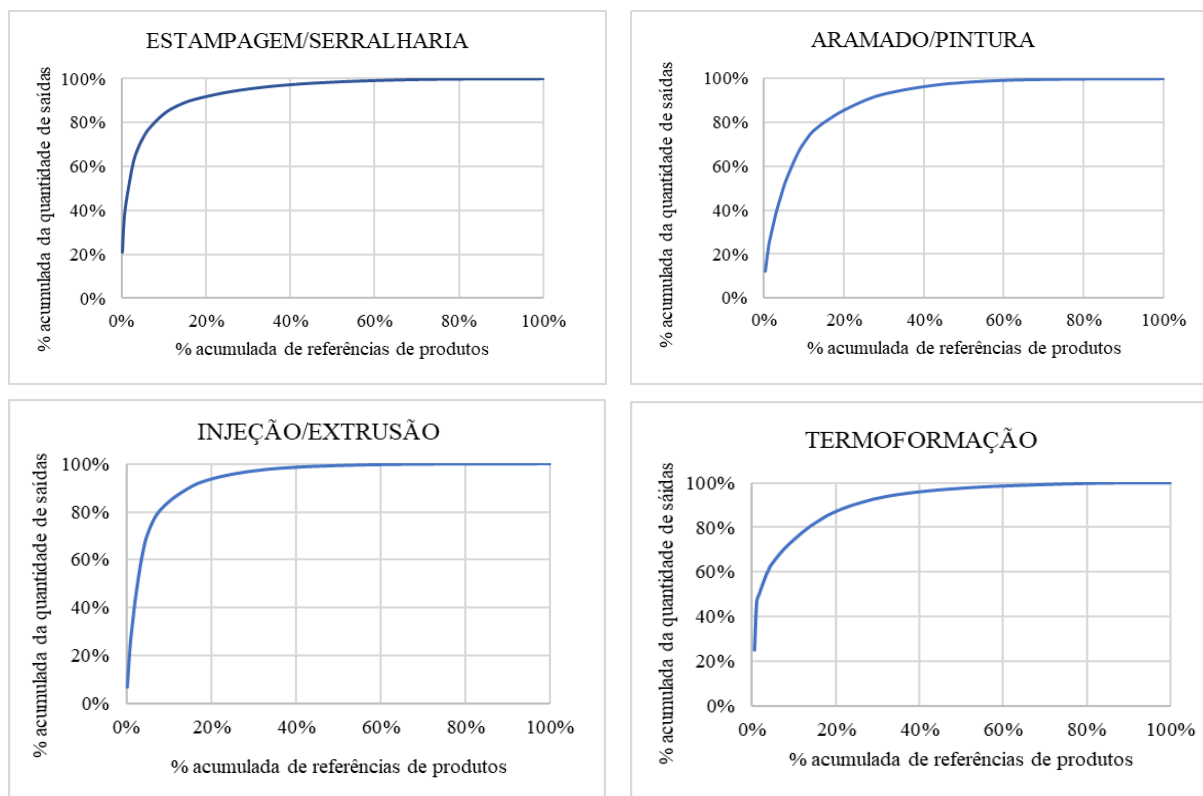


Figura 11 - Análise de Pareto para cada secção de produção da unidade de produtos intermédios

Tal como se verifica pela Figura 11, aos produtos de cada secção de produção da unidade de produtos intermédios, que representam 80% do negócio de cada uma delas, corresponde uma percentagem inferior a 20% do inventário das mesmas. Desta forma, para o presente projeto, a análise passará por estes mesmos produtos de cada secção, uma vez que, possuem maior representatividade para a empresa e, por isso, maior impacto no que toca aos armazéns para os quais se destinam. Para melhor clarificação da quantidade de referências em causa, na secção da estampagem/serralharia, 33 referências correspondem à família A (cerca de 8% do inventário da secção). Já na secção do aramado/pintura, à família A correspondem também 33 referências, sendo que estas representam cerca de 15% do seu inventário. Passando às secções dos plásticos, injeção/extrusão e termoformação, fazem da parte da família A, 39 e 25 referências (cerca de 7.5% e 13.5% do inventário), respetivamente. Para uma visão global de todos estes valores, encontram-se na Tabela 1, as informações relacionadas com a quantidade total de produtos de todos os setores e as suas respetivas percentagens de inventário.

Tabela 1 - Distribuição, por famílias, da quantidade de produtos de cada setor e respetiva percentagem de inventário correspondente a 80% da percentagem acumulada da quantidade de saídas

Setor	Família A		Família B		Família C	
	Nº de Produtos	% de inventário	Nº de Produtos	% de inventário	Nº de Produtos	% de inventário
Estampagem/Serralharia	33	8%	88	21%	303	71%
Aramado/Pintura	33	15%	45	20%	144	65%
Injeção/Extrusão	39	7.5%	81	15.5%	400	77%
Termoformação	25	13.5%	42	22.5%	119	64%

De acordo com os valores da Tabela 1, é notória a elevada percentagem de referências associadas à família C de todos os setores. Tal como já terá sido evidenciado no suporte teórico

do capítulo 2, os produtos da família A representam cerca de 20% do inventário, enquanto que os produtos das famílias B e C representam, respetivamente, 30% e 50%. Ainda que na prática estes valores se possam afastar um pouco, existe, neste caso, um desvio considerável, principalmente na família C. Esta situação pode ser justificada com a realização de testes nas peças que, implicam a criação de novas referências para ser dada a sua entrada em armazém e, posteriormente, ser enviada para a unidade do produto final. Por outro lado, outra das razões relaciona-se com as mudanças de referências, devido a possíveis melhorias efetuadas ao produto e, por isso, são consideradas na análise, referências diferentes associadas ao mesmo produto, ainda que em situações pontuais. Finalmente, a paragem de produção de certos produtos ao longo do ano de estudo, é também um dos motivos para a elevada percentagem das referências da família C.

Relativamente à injeção/extrusão, como já referido anteriormente, 65% da sua produção tem destino à fábrica da Frigocon, no Brasil, havendo produtos que apenas são utilizados nessa mesma fábrica e, por isso, não têm representatividade na produção destinada à fábrica nacional. Assim sendo, no caso deste setor, a análise passa também pela seleção de alguns produtos correspondentes à família B, devido às razões já mencionadas.

3.1.4 Disposição dos produtos nos respetivos armazéns

Após a identificação dos produtos que fazem parte da família A de cada secção da produção, perceber qual a disposição dos mesmos nos seus armazéns é o próximo passo para a avaliação da realidade atual do armazenamento do produto intermédio. Para tal, foram elaborados os esquemas das Figuras 12, 13 e 14, correspondentes às secções do aramado/pintura, estampagem/serralharia e termoformação, respetivamente.

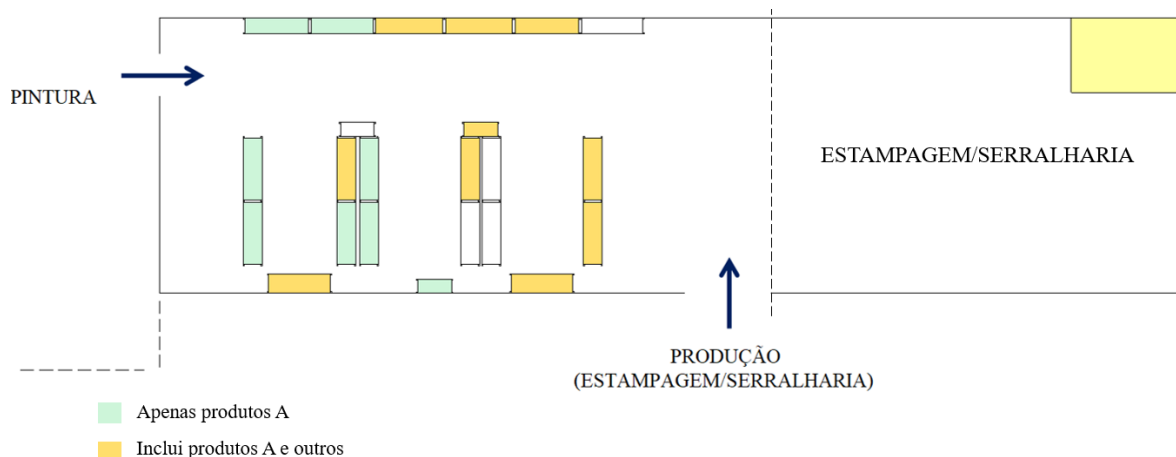


Figura 12 - Disposição dos produtos da família A na secção do aramado/pintura

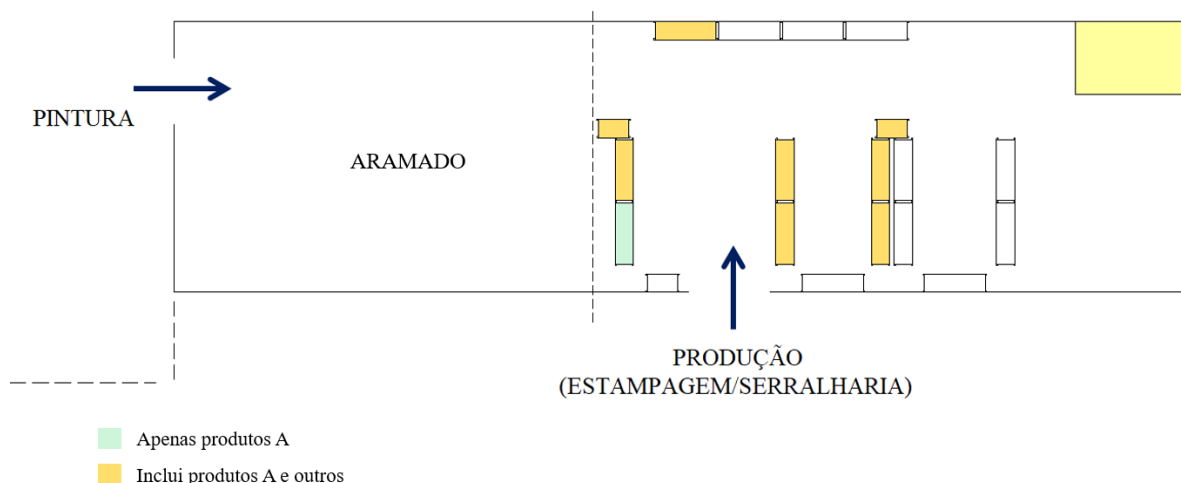


Figura 13 - Disposição dos produtos da família A na secção da estampagem/serralharia

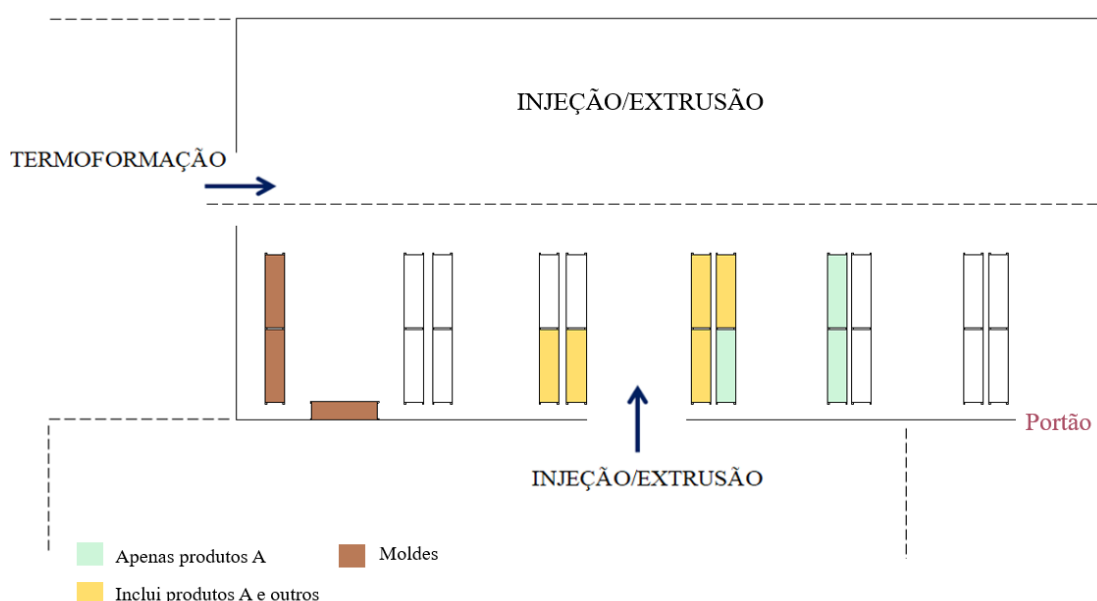


Figura 14 - Disposição dos produtos da família A na secção da termoformação

O facto da injeção/extrusão não ser incluída nesta análise, deve-se à enorme desorganização visível neste setor, pois não existe qualquer tipo de identificação das prateleiras para que seja possível localizar os produtos que se pretendem. Sabendo que o número de referências associadas à família A é de 39 nesta secção, não contabilizando os produtos selecionados da família B, 15 deles não foram encontrados no momento da recolha dos dados, ou porque se encontram localizados num nível muito elevado e, por isso, sem identificação das prateleiras torna-se impossível, ou devido à falta de espaço existente nos corredores, que impede a fácil movimentação e, consequentemente, a visibilidade para os produtos que não estejam situados ao nível do chão. Por outro lado, é também evidente o facto de alguns produtos não possuírem localização fixa, fruto da falta de espaço, que obriga a armazenar os produtos consoante o espaço libertado ao longo do tempo, dificultando também o processo realizado para os restantes setores.

De maneira geral, como se confirma pelas Figuras 12, 13 e 14, existe, nas três secções ilustradas, uma disparidade considerável na localização dos produtos da família A, destacando o setor do aramado/pintura, que apresenta estes produtos dispersos por praticamente todas as estantes disponíveis, acontecendo, contudo, um pouco por todas as secções. No entanto, é relevante salientar que, a termoformação armazena os seus produtos nas estantes por modelos das arcas finais, já havendo, por isso, um princípio de organização neste setor que facilita a procura dos

seus artigos, sempre que necessário. Devido ao facto dos produtos com maior rotatividade, ou seja, aqueles mais procurados pelo cliente, não se encontrarem mais concentrados em termos de localização, implica uma maior movimentação por parte dos colaboradores aquando da sua arrumação, mas também, das suas saídas para expedição.

3.1.5 Identificação de produtos e respetivos locais de armazenamento

No que diz respeito à identificação dos materiais e os seus locais de armazenamento, como já foi brevemente introduzido na secção anterior, no setor da injeção/extrusão, a desorganização é evidente, não havendo qualquer tipo de identificação do material nas prateleiras em que se encontram armazenados. No entanto, no armazém da metalomecânica, já tem vindo a ser implementada a identificação das suas prateleiras, através da utilização de placas como as ilustradas à esquerda da Figura 15, sendo que atualmente, em certos produtos, evoluiu-se para a utilização de placas magnetizadas, como demonstrado à direita da Figura 15. Nestas últimas, destaca-se já a integração de um código de barras que, mal entre em vigor facilitará aos colaboradores responsáveis pelas saídas do material do armazém, a introdução, no sistema informático, da informação relativa a esse movimento.

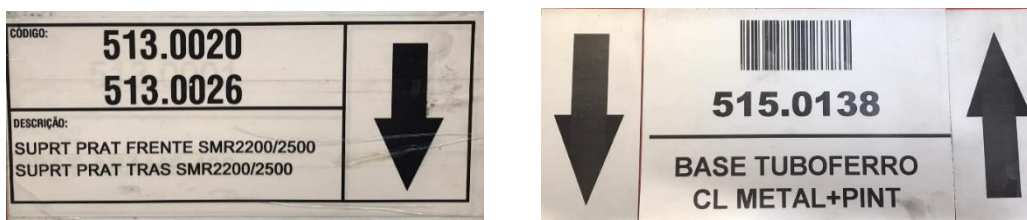


Figura 15 - Identificação dos materiais nas respetivas prateleiras (à esquerda - atualmente; à direita - após a implementação do código de barras)

Relativamente às estantes, a identificação presente não é utilizada para nenhum fim, uma vez que não existe qualquer tipo de documento ou registo informático em que esta informação seja atribuída aos materiais e utilizada para consulta. No que toca aos corredores, não é utilizado nenhum tipo de identificação destinado a estes. Toda esta falta de conhecimento acerca da localização dos produtos provoca, também, a existência de movimentações desperdiçadas na procura dos mesmos e, como tal, o tempo que é despendido em todas as operações que impliquem esta procura, é muito superior àquele que, com as devidas identificações nos armazéns, seria necessário.

3.1.6 Análise do fluxo de materiais

No seguimento da descrição anteriormente realizada acerca do elevado tempo despendido na procura dos produtos devido à falta de identificação nos armazéns, e ao possível desperdício existente nas movimentações associadas ao transporte de material, tanto na sua arrumação, como na sua expedição, foi elaborado o VSM da Figura 16. Desta forma, e sendo esse o objetivo dos mapas de valor acrescentado, será exequível o desenvolvimento de soluções ao nível dos desperdícios referidos. De realçar que no VSM a seguir apresentado, as etapas desde a produção à expedição associam-se a um produto da família A do setor do Aramado/Pintura, podendo o tempo registado em cada uma delas ser propício a variações. Destacando a deslocação até ao armazém do produto intermédio, claro que, para os restantes setores, visto que as suas localizações podem estar mais perto ou mais longe do armazém, o tempo associado não é exatamente o mesmo.

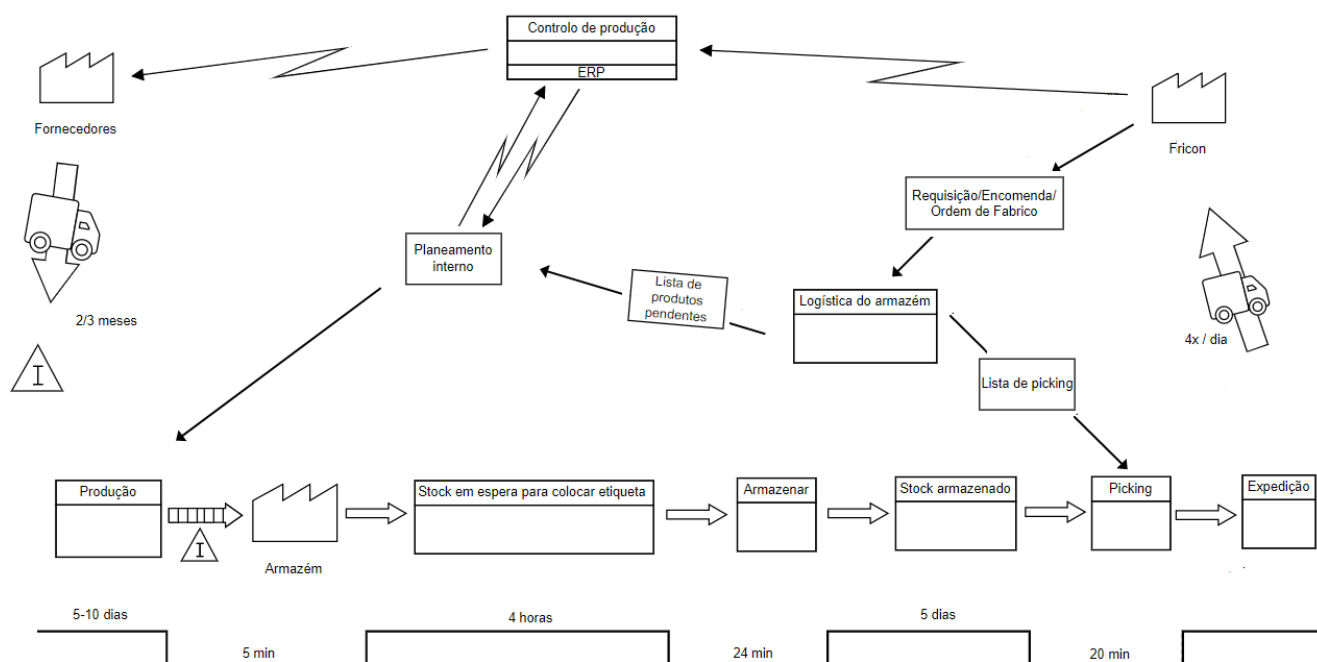


Figura 16 - Value stream map para análise do fluxo de materiais na cadeia de valor

Relativamente às etapas presentes na Figura 16, torna-se necessário um breve esclarecimento do fluxo. Todas as encomendas realizadas aos fornecedores são geradas automaticamente pelo sistema informático da Frigocon. A partir daí, consoante as necessidades do cliente da unidade dos produtos intermédios, é realizado um planeamento que é entregue à produção, semanalmente. Depois de produzidos, os produtos seguem para o armazém, não sendo imediatamente colocados nas respetivas prateleiras, uma vez que são postos em espera para serem etiquetados. Posteriormente, é da responsabilidade dos colaboradores do armazém, o armazenamento desses produtos nos seus locais. Passando ao processo de recolha dos materiais para serem enviados para expedição, sempre que é feita uma entrega à unidade dos produtos acabados, são recolhidas pelo motorista, as requisições. São entendidas por requisições, folhas de necessidades elaboradas pela produção da unidade dos produtos acabados que são recolhidas duas vezes por dia, durante as quatro deslocações realizadas para entrega de material procedente da unidade dos produtos intermédios, podendo atualmente, devido à grande produção que se verifica, serem realizadas cinco deslocações diariamente. Para além das requisições, existem também as encomendas pós-venda, isto é, as encomendas feitas por clientes externos, que apenas pretendem adquirir produto intermédio, sendo que a arca final já terá sido comprada anteriormente, daí a designação de encomenda pós-venda. A consulta destas encomendas é feita uma vez por dia no sistema informático da empresa. Finalmente, existem ainda as ordens de fabrico realizadas na unidade dos produtos acabados que estão disponíveis para consulta do departamento logístico dos produtos intermédios. Desta forma, este mesmo departamento consegue ter a perceção do que será necessário expedir nos dias ou semanas seguintes. No entanto, como estas últimas servem apenas, como referido, para orientação do departamento logístico, a frequência de consulta das mesmas, em sistema informático, é de uma ou duas vezes por semana.

Picking

Recolhidas todas as informações necessárias do material que é necessário expedir da unidade dos produtos intermédios, procede-se então ao processo de *picking*. Existem, nos diferentes setores da unidade, várias formas de efetuar o *picking* dos produtos. No setor do aramado/pintura, grande parte dos materiais é embalado ao lote, em paletes. Por outro lado,

esses mesmos materiais, podem também ser retirados à quantidade, efetuando o *picking* no local. Quando esta segunda situação acontece, o principal problema associado a este processo é o facto de não existir um local, ao nível do chão, no armazenamento dos produtos, destinado a efetuar o *picking*. Desta forma, são retiradas as paletes, totalmente embaladas, das prateleiras dos níveis superiores, de maneira a recolherem a quantidade necessária. Frequentemente, acontece que, depois de recolher o material necessário, as paletes são deixadas no solo, nas zonas de passagem, como se verifica na Figura 17.



Figura 17 - Desorganização dos produtos no processo de *picking* (setor aramado/pintura)

Relativamente ao setor da estampagem/serralharia, muitos dos produtos são armazenados em caixas de plástico, pelo que, a recolha do material é, também, efetuada no local de armazenamento, retirando das caixas as quantidades necessárias, conforme as encomendas realizadas. No entanto, existem ainda produtos que são embalados em paletes devido às suas maiores dimensões. No setor da termoformação, os materiais são embalados de diversas formas, isto é, quando armazenados em caixas, estas tanto podem ter uma quantidade fixa para que seja expedida assim mesma, como podem ter uma quantidade variável, consoante a produção que é realizada, e a partir daí é feito o *picking* das quantidades pedidas nas encomendas, havendo produtos em que ambas as situações se verificam mutuamente. Ainda neste setor, também é feito o embalamento dos lotes em plástico, colocando-os em paletes ou em caixas e retirados das mesmas conforme as necessidades. Por fim, relativamente ao setor da injeção/extrusão, os produtos são armazenados em caixas de cartão que, por sua vez, são armazenadas em paletes. O *picking* tanto é feito à caixa, quando o material é enviado para a unidade dos produtos acabados, em Vila do Conde, como à paleta quando enviado para a fábrica do Brasil. Para além disso, ainda que com uma baixa frequência, são também retiradas quantidades de material das caixas, deixando o espaço como se encontra ilustrado na Figura 18.



Figura 18 - Desorganização dos produtos no processo de *picking* (setor injeção/extrusão)

Expedição

Após a recolha do material, este deveria ser dirigido para a zona de expedição do seu respetivo armazém. Começando pelo armazém 13 dos plásticos, depois de preparado todo o material, este é colocado na zona de expedição, salvo raras exceções em que, assim que é recolhido determinado produto, este segue imediatamente para o camião que o transportará. No entanto, no armazém 13 da metalomecânica, esta última situação acontece a maior parte das vezes, deixando inutilizada a zona de expedição deste mesmo armazém, servindo assim, para outros fins, neste momento, mais convenientes para a logística do armazém, como por exemplo, o armazenamento temporário de alguma matéria-prima, mas também, para a colocação de material produzido com urgência para ser expedido. Explica-se, assim, o facto do campo destinado ao registo do tempo despendido na etapa referente à expedição, no VSM da Figura 16, estar vazio, visto que este se aplica a um produto localizado no armazém 13 da metalomecânica. No caso do produto se localizar no armazém 13 dos plásticos, o tempo associado a esta etapa seria de aproximadamente 15 horas, para o material que é enviado nos dois camiões da parte da manhã e, por isso, é colocado na zona de expedição no final do dia anterior. Nesta situação, é feita no final do dia anterior, não só a preparação dos produtos dos plásticos, mas também, da metalomecânica, em que é decidido pelo departamento logístico do armazém, o transporte dos produtos da metalomecânica para a zona de expedição dos plásticos, de maneira a facilitar o carregamento dos camiões na manhã seguinte. Nas duas entregas realizadas da parte da tarde, às 15 horas e às 17 horas, o material vai sendo preparado consoante a disponibilidade dos colaboradores do armazém, em que o tempo que o material dos plásticos se encontra na zona de expedição pode variar, nunca ultrapassando a 1 hora, ou, ainda que raramente, pode até mesmo acontecer a situação verificada nos produtos da metalomecânica, em que, assim que o material é retirado do seu local de armazenamento, este é diretamente colocado no camião.

Devoluções (produto não conforme)

Ainda que não esteja representado no VSM da Figura 16, há também o processo de devolução de produtos, associada ao fluxo de materiais, que exige processos prévios à devolução propriamente dita, em armazém. Deste modo, após o envio dos produtos para a unidade dos produtos acabados, estes são utilizados, como já sabido, na montagem da arca final. Acontece que, há situações em que o material não é utilizado na sua totalidade, ou então, é enviado da unidade de produtos intermédios com algum defeito que impeça a sua utilização. Nestes casos, o material segue novamente para a unidade de produtos intermédios e é registada, em sistema informático, uma devolução de material. Neste processo, o problema associado é o facto de não existir nenhum local destinado para a colocação deste material até ao momento da inspeção de qualidade para perceber se o produto se encontra em bom estado (no caso de ser uma devolução de material em excesso) e, assim, reaproveitado para ser novamente armazenado. No entanto, mesmo que o material tenha sido devolvido devido a algum defeito, este passa de igual forma, pela inspeção de qualidade da unidade de produtos intermédios. Ora, não havendo local para colocar estes materiais, mais uma vez, os colaboradores decidem dispô-los em qualquer espaço do armazém que esteja disponível no momento, como se demonstra na Figura 19, em que apesar de desocupado, é um local de passagem e, por isso, inapropriado para a colocação de material, impedindo mais uma vez, as boas práticas em armazém.



Figura 19 - Produto devolvido sem local de arrumação

3.2 Estado inicial dos equipamentos submetidos ao método SMED

A principal razão para o grande interesse associado à realização do método SMED é a redução do tamanho dos lotes, neste caso, no setor do aramado/pintura. Para tal, e separando o aramado da pintura, sabe-se que o *bottleneck* da unidade de produtos intermédios é, de facto, o setor do aramado. Atualmente, este setor é obrigado a fazer horas extra para dar resposta aos pedidos dos clientes, algo que não acontece nos restantes setores da unidade.

Simultaneamente ao projeto a desenvolver pela autora do presente documento, vários trabalhos encontram-se em execução neste mesmo setor. Assim sendo, os equipamentos selecionados para intervenção correspondem a uma das máquinas de soldar arame, onde são produzidos os cestos, grelhas laterais e algumas prateleiras das arcas, e as duas quinadoras por onde passam as prateleiras e os suportes de prateleira.

3.2.1 Máquina de soldar arame

Tal como o método assim o pede, foi realizado um vídeo aquando da mudança de ferramenta da máquina de soldar arame, apresentada na Figura 20, devidamente legendada de maneira a ser mais perceptível a informação seguinte. Assim, na Tabela 2 encontra-se sintetizada toda a informação necessária para atuar com possíveis soluções, a fim de diminuir o tempo associado a todo o processo.



Figura 20 - Elementos essenciais utilizados na mudança de série da máquina

No entanto, o esclarecimento de algumas noções relativamente aos materiais em causa, é essencial. A soldadura do arame é realizada com recurso a eléktodos em bronze, ilustrados na Figura 21, onde se verifica a diferença de altura em todos eles, daí ser necessário que a altura da estrutura inferior da máquina seja regulada consoante os eléktodos a ser utilizados, para que a mesa de apoio ao molde consiga ser colocada entre os eléktodos inferior e superior, permitindo o alcance dos mesmos aos arames a soldar, como descrito no procedimento da Tabela 2.



Figura 21 - Eléktodos utilizados para soldar arame

Tabela 2 - Procedimento para mudança de série da máquina de soldar arame

Tarefa	Tempo (min:s)	Trabalho interno	Trabalho externo	Observações
1 - Procurar os eléktodos necessários para o molde a ser utilizado	00:20	X		Eléktodos sem identificação
2 - Desapertar os parafusos para retirar os eléktodos utilizados no molde anterior	01:45	X		No eléktodo inferior são 4 parafusos e 2 no eléktodo superior
3 - Colocar os eléktodos para o molde a utilizar	02:48	X		Apertar os parafusos
4 - Procurar ferramenta para desapertar os parafusos da estrutura inferior da máquina	00:29	X		
5 - Desapertar os parafusos da estrutura inferior da máquina	00:40	X		Elemento 4 da Figura 21
6 - Baixar a estrutura com recurso a um macaco	00:12	X		Elemento 5 da Figura 21
7 - Pedir a um colaborador que esteja disponível para colocar a mesa de apoio ao molde, entre os eléktodos inferior e superior	00:18	X		
8 - Voltar a ajustar a altura da estrutura inferior com o macaco, para ficar ao nível da mesa	00:25	X		
9 - Apertar os parafusos da estrutura	00:47	X		Operador debaixo da mesa para o conseguir fazer
Tempo total	07:44			

3.2.2 Quinadoras

Relativamente às duas quinadoras existentes no setor do aramado, o processo de mudança de série baseia-se na mudança da medida de quinagem, consoante os produtos. Uma das quinadoras apenas recebe prateleiras e existem duas possíveis medidas, uma vez que se destinam a dois modelos de arcas, sendo uma das medidas de 54 mm e a outra de 52 mm. Na segunda quinadora, tanto as prateleiras como os suportes de prateleiras passam por esta. No caso das prateleiras, a medida de quinagem corresponde a 55 mm, enquanto nos suportes é de 59 mm.

O principal problema associado às máquinas em questão resume-se à falta de informação partilhada pelos operadores do setor, pois apenas o chefe deste setor está responsável pela mudança de série das mesmas, devido ao facto de ser o único com o conhecimento das respetivas medidas. Ainda que o tempo destinado à alteração da medida de quinagem não seja significativo, cerca de 1 minuto e 10 segundos, o facto de apenas um dos elementos do setor ser capaz de o fazer, implica paragens no seu trabalho para auxiliar o operador que estará encarregue da quinagem dos produtos, fazendo com que o mesmo desperdice tempo, por se encontrar inativo, enquanto o chefe de setor executa o processo.

De uma forma breve, e tratando-se de um processo de mudança simples, este resume-se ao desvio do batente demonstrado no esquema da Figura 22, movendo-o até satisfazer a medida indicada para o produto em questão, sempre com auxílio de um paquímetro e de uma chave apropriada, que se encontra sempre na posse do colaborador para desapertar os parafusos necessários, de maneira a folgar o batente para o conseguir deslocar.



Figura 22 - Representação da medida de referência para a quinagem

3.3 Síntese dos problemas

Após o estudo realizado, foram identificados diversos problemas que servirão de impulso ao desenvolvimento de sugestões de melhoria, com o objetivo de implementar uma dinâmica mais eficiente na unidade. Destacam-se então os seguintes:

- Elevada carência de espaço nos armazéns, que é vista como a principal fragilidade;
- Ausência de registo de informação relativa aos produtos, importante para a realização do planeamento da unidade (quantidades económicas de produção e *stocks* de segurança);
- Existência de *stock* dos produtos associados à família C, impedindo a libertação de espaço crucial para os produtos com maior rotatividade;
- Falta de identificação dos locais de armazenamento (prateleiras, estantes, corredores);
- Produtos da secção dos plásticos sem localização fixa no respetivo armazém;
- Produtos à espera da etiqueta que os identifica não têm onde ser colocados e, por isso, ocupam as zonas de passagem dos armazéns;

- Processo de picking muito demorado e desorganizado;
- Ausência de espaço próprio para a colocação e avaliação do produto não conforme;
- Zonas de expedição não utilizadas ou utilizadas para outros fins, devido, mais uma vez, à falta de espaço nos armazéns;
- Elevados tempos de setup nos setores da unidade, destacando o setor do aramado que se tem tornado o *bottleneck* da mesma.

Perante todas as dificuldades encontradas, vê-se como uma necessidade o desenho de soluções e estratégias que possam contornar os motivos que, de momento, não permitem à unidade de produtos intermédios atuar de acordo com as necessidades dos clientes, obrigando a que sejam feitos esforços extra por parte de todos os colaboradores, de maneira a que seja possível dar resposta às mesmas. Assim, através de todas as propostas apresentadas no próximo capítulo, prevê-se que seja dado o primeiro passo para elevar a produtividade e consistência nas operações relacionadas com os armazéns tratados, mas também, com as linhas de produção que, claramente, se associam diretamente a uma melhor gestão dos mesmos.

4 Apresentação das soluções propostas

De forma a solucionar todos os problemas identificados no capítulo anterior, serve o presente capítulo para projetar oportunidades de melhoria para os mesmos. Importante referir que, para que algumas soluções idealizadas pudessem ter a hipótese de serem implementadas, foram realizadas reuniões com a administração da empresa, com o intuito de obter, ou não, a sua aprovação, tendo-se tornado num processo um pouco demorado, implicando o impedimento da execução de grande parte das propostas apresentadas durante o tempo destinado ao projeto.

Resumidamente, serão apresentadas soluções relativas à correta quantificação dos *stocks* de segurança e das quantidades económicas de produção, recorrendo aos métodos de reaprovisionamento citados no capítulo 2, tendo como objetivo, compreender qual o espaço necessário de armazenamento para os produtos da família A de cada um dos setores. Para tal, o intuito seria prever os consumos para o ano de 2021, através do método mais adequado para as previsões. Posteriormente, com os resultados conseguidos, serão idealizadas as propostas de melhoria dos *layouts*, bem como os métodos e recursos adotados para a sua execução. Após a apresentação da melhoria de *layouts*, o passo seguinte passa por definir os locais de armazenamento dos produtos de cada setor, associados à família A. Ainda relativamente aos armazéns de produto intermédio, a atuação a nível organizacional foi vista com bastante importância, devido à sua falta de identificação, como referido no capítulo anterior, mas também, devido aos erros existentes no inventário que obrigam à urgente criação de ferramentas que permitam controlar este aspeto. Finalmente, serão expostas as estratégias e melhorias obtidas na aplicação do método SMED, no setor do aramado/pintura.

4.1 Previsões da procura para o ano de 2021

Para que fosse possível o registo de dados mais atualizados relativamente às quantidades económicas de produção e aos *stocks* de segurança, optou-se por efetuar as previsões dos consumos para o ano atual. De maneira a obter resultados mais confiáveis, foram analisados os consumos relativos aos produtos da família A de cada setor, dos anos de 2018, 2019 e 2020. Como tal, foram agrupados os dados, como no exemplo da Figura 23 para um produto do setor da Estampagem/Serralharia, com o código 515.0036.

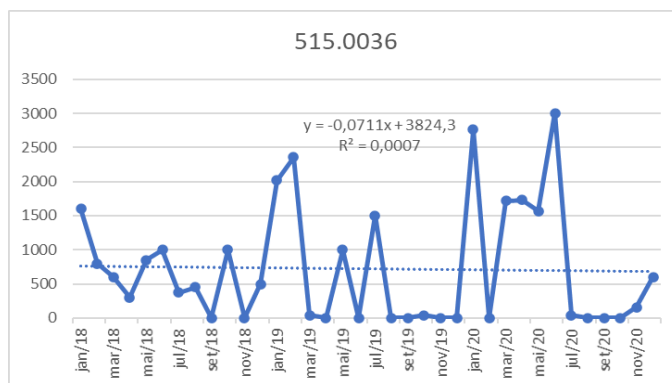


Figura 23 - Saídas registadas do produto 515.0036 nos meses dos anos de 2018, 2019 e 2020

Analisando a distribuição dos dados de todos os produtos da família A de cada setor, percebeu-se a aleatoriedade que existe nos mesmos, sendo verificada esta situação em todos os setores. O facto de não haver um padrão associado aos consumos ao longo dos três anos em causa, dificulta o processo de previsão para o presente ano. A confirmação desta adversidade é dada pela regressão linear realizada, tendo sido obtido um coeficiente de determinação (R^2) extremamente baixo em praticamente todos os produtos em análise, o que significa que apenas 0.07% da variância, no exemplo apresentado, é explicado pelo modelo de regressão, sendo também bastante impercetível a existência de sazonalidade dos produtos. Desta forma, visto que se torna bastante difícil prever quais os consumos futuros da empresa nos diferentes setores, decidiu-se agir de maneira mais alternativa, determinando os valores das quantidades económicas de produção e dos *stocks* de segurança de acordo com os dados do ano de 2020. Como já mencionado anteriormente, dada a situação pandémica ser verificada nos anos de 2020 e 2021, esta foi assumida como sendo um fator que possibilita a adaptação dos valores entre os respetivos anos. Adicionalmente, as alterações realizadas nos produtos ao longo dos anos são outro motivo para a validação dos valores do ano de 2020, sendo este o ano mais atualizado a esse nível.

4.1.1 Quantidades económicas de produção

De entre as mais-valias associadas ao cálculo e ao registo das quantidades económicas de produção e os seus respetivos períodos de lançamento de encomenda, destacam-se a uniformização e facilidade no planeamento da unidade dos produtos intermédios que, atualmente, carece de uma organização eficiente, e a perceção do espaço de armazenamento necessário para cada produto.

Centrando a atenção nos produtos da família A dos setores da unidade, sabe-se que as variáveis referentes ao cálculo das quantidades económicas são as procuras anuais dos produtos, os seus custos unitários, custos de posse e os custos de encomenda, associados aos tempos de *setup* de cada um dos artigos. Assim sendo, através do sistema informático da empresa, tornou-se possível o acesso à quantidade de saídas de todos os produtos em análise. Relativamente aos custos unitários das peças, foi disponibilizado um ficheiro, criado em 2019, com os respetivos tempos de produção, que serão associados ao custo de mão de obra, matéria prima e consumo dos equipamentos (dados fornecidos pela empresa), contudo, a constante melhoria e conceção de novos produtos obrigou à recolha de alguns tempos de produção nos diferentes setores, devido à falta dos mesmos no ficheiro referido. Para além dos tempos de produção, são também necessários os tempos de *setup*, associados também ao custo de mão de obra, matéria prima e consumo dos equipamentos, dos quais não existe qualquer registo, o que, mais uma vez, implicou a recolha dos mesmos para todos os produtos a analisar, processo que ocupou algum tempo, visto que, são cerca de 130 artigos em estudo e, por isso, certas aproximações foram necessariamente realizadas, de maneira a dar resposta a todos eles. No que toca ao custo de posse, foi contactado o contabilista da empresa, para que fosse facultado esse dado, o qual referiu o valor de 20%.

Reunidas todas as condições, foi então efetuado o cálculo final das quantidades económicas de produção, bem como os períodos de tempo ideais entre os lançamentos de encomenda de cada produto, encontrando-se no anexo B um exemplo relativo a um dos setores da unidade.

Concluindo a fase de quantificação e registo das variáveis tratadas, decorre, de momento, na Frigocon, o desenvolvimento de um novo sistema ERP com vista a ser implementado dentro de um ano, em que uma das funcionalidades será a realização automática dos planeamentos de produção, consoante as necessidades existentes, isto é, consoante as encomendas dos clientes que serão registadas à medida que vão sendo realizadas. Como tal, o trabalho desenvolvido na determinação de quanto e quando produzir, servirá, para além do estudo do espaço de armazenamento para o presente projeto, como termo de comparação e ajuste ao que será

posteriormente definido pelo novo sistema, uma vez que este não terá em conta as mesmas variáveis consideradas para o cálculo realizado. Até lá, serão registados no sistema ERP atual da empresa os valores determinados, que serão tidos em consideração na execução do planeamento da unidade de produtos intermédios.

4.1.2 *Stocks* de segurança

Tal como as quantidades económicas de produção, é também uma grande necessidade da empresa o estabelecimento de *stocks* de segurança, devido às inúmeras urgências que se verificam na unidade, alterando o planeamento idealizado e obrigando, constantemente, a paragens na produção. Para isso, foram analisados os consumos dos artigos, semanalmente. Sabe-se que, o valor dos *stocks* de segurança será tanto maior, quanto maiores forem as discrepâncias dos consumos, daí o desvio-padrão associado a eles ser uma das variáveis a considerar no seu cálculo. No entanto, ainda que os valores possam parecer elevados a uma primeira vista, é preciso ter em conta que, se realmente existem grandes variações nas quantidades de saídas de material, é necessário que estas sejam cobridas. Para além das diferenças que existem nos consumos, o nível de serviço estipulado pela empresa é outro dos fatores que influencia a dimensão dos *stocks* de segurança. Numa fase inicial, foi indicado um nível de serviço de 95% que, futuramente, será trabalhado para um nível de serviço ótimo de 99%.

A realização de todo o processo tornou-se de certa forma, bastante manual, devido à impossibilidade de filtro de dados no sistema da empresa, mais concretamente, das datas, tendo sido calculados, semana a semana, os consumos dos cerca de 130 produtos em estudo. Consoante os dados recolhidos e sendo o consumo variável ao longo das semanas, resta perceber se o prazo de entrega dos produtos desde que são lançados em produção até serem entregues ao armazém é, ou não, incerto. Após uma curta análise e em deliberação com quem se encontra em contacto direto com a produção e o seu funcionamento, foi estabelecido um prazo de entrega fixo de duas semanas (10 dias), estando claramente sujeito a possíveis modificações que, no entanto, não justificam que seja considerado um prazo de entrega variável.

Efetuados os cálculos, exemplificados no anexo C para um nível de serviço de 95% e de 99%, no que toca às mudanças ao nível dos *stocks* de segurança, para além do seu registo em sistema, foi referida a importância de as quantidades definidas nesta variável terem sempre um espaço destinado a elas no armazém e, acima de tudo, que este esteja sempre ocupado com as mesmas. Para facilitar a distinção entre *stock* de segurança e o restante *stock*, sugeriu-se a utilização de um marco visual no respetivo *stock*, através da aplicação de uma folha ou placa de cor vermelha, por exemplo, que permite aos colaboradores do armazém perceber que, apenas em caso de necessidade, isto é, em caso de rotura do restante *stock* é que aquele que se encontra identificado pode ser retirado para expedição.

Sabendo à partida que, durante o tempo do projeto, a implementação dos *stocks* de segurança, assim como as quantidades económicas de produção, no planeamento da unidade, será um processo difícil de atingir, assim que seja possível a sua integração, todas as sugestões referidas serão executadas.

4.2 Reavaliação do espaço necessário para produtos da família A

Com a determinação dos valores das quantidades económicas de produção e dos *stocks* de segurança, o próximo passo resume-se à análise do espaço de armazenamento necessário para cada produto da família A. Para tal, sabendo que os produtos necessitam de uma área para armazenar as variáveis mencionadas, consoante os seus tipos de embalagem, torna-se mais perceptível a diferença de espaço que é requerido para cada um deles, comparativamente ao

existente atualmente. Adotou-se, portanto, um armazenamento por famílias, verificando-se o mais adequado para os armazéns em questão.

Aramado/Pintura

Para o setor do aramado/pintura, o estudo torna-se mais mensurável ao nível da obtenção de valores concretos, uma vez que são embalados conforme as quantidades definidas para os lotes de cada produto. Desta forma, para este setor, foram utilizadas as variáveis demonstradas de seguida, na Tabela 3, igualmente expressas no anexo D, avaliando também o espaço que está destinado de momento (em número de paletes, com exceção de cinco referências que são embaladas em caixas). Existe ainda uma particularidade associada ao embalamento dos produtos do setor em causa, ou seja, há referências que se agrupam na mesma paleta, sendo por isso embaladas em conjunto (identificadas no anexo D). A análise realizada permitiu perceber que, apesar do seu embalamento conjunto, existem diferenças nas quantidades de saídas, ainda que pouco significativas, devido às necessidades da unidade de produtos acabados.

Tabela 3 - Análise do espaço necessário consoante as variáveis determinadas (aramado/pintura - nível de serviço de 95%)

Referência	SS	QEP	Total	Lote	Espaço necessário	Espaço atual
513.0003	483	356	840	200	4	6
513.0208	210	271	481	100	5	4

De acordo com os valores ilustrados na Tabela 3 e no anexo D, com todos os produtos analisados deste setor, surgem algumas questões que levam ao desencadear de possíveis alterações. Em primeiro lugar, deveria ser considerada uma reavaliação da dimensão dos lotes, consoante as quantidades económicas definidas. Contudo, antes disso e trabalhando com os valores atuais, optou-se pelo estudo da quantidade de estantes necessárias para o armazenamento dos produtos da família A do setor aramado/pintura, sabendo que cada uma contem duas prateleiras, ou seja, três níveis de armazenamento. Assim, fazendo um balanço entre as colunas associadas ao espaço necessário e ao espaço atual, para um nível de serviço de 95% e tendo em conta as diferentes dimensões existentes para as paletes, que em alguns produtos é permitida a colocação de quatro paletes em cada prateleira, enquanto noutros, apenas são colocadas três, perfaz-se um total de 12 estantes com comprimento de armazenamento de 3.6 m e 2 estantes com 1.8 m para os produtos analisados. Por outro lado, para um nível de serviço de 99%, meta a atingir futuramente pela empresa, são contabilizadas 15 estantes com comprimento de armazenamento de 3.6 m e 2 estantes com 1.8 m.

Estampagem/Serralharia

Passando ao setor da estampagem/serralharia, um estudo equivalente ao setor anteriormente abordado torna-se mais difícil, devido ao tipo de embalamento de grande parte das referências da família A ser em caixas de plástico, sendo que cada produto tem uma caixa destinada. Claro que a dimensão das caixas varia consoante as dimensões dos artigos, no entanto, o espaço será sempre aquele que a caixa ocupa, independentemente da quantidade que é colocada na mesma. Contudo, existem três exceções nos produtos em estudo, apresentados na Tabela 4, que são embalados em paletes e representam uma percentagem significativa do espaço a contabilizar para o armazenamento total necessário dos produtos a analisar.

Tabela 4 - Análise do espaço necessário consoante as variáveis determinadas (estampagem/serralharia - nível de serviço de 95%)

Referências	SS	QEP	Total	Lote	Espaço necessário	Espaço atual
515.0133	410	164	574	50	12	16
515.0134	120	90	210	50	4	4
515.0138	131	97	228	50	4	4

Mais uma vez surge a necessidade de revisão da dimensão dos lotes para perceber se é, ou não, viável a sua alteração. Relativamente aos restantes produtos, todos os valores calculados tornam-se mais úteis para uma melhor gestão de planeamento, visto que o seu espaço de armazenamento permanece inalterado, mesmo com menores quantidades envolvidas.

Injeção/Extrusão

No setor da injeção/extrusão, como já mencionado, o embalamento é realizado em caixas que, por sua vez, são embaladas em paletes. Este é o setor com mais instabilidade da unidade de produtos intermédios, por ser aquele em que os produtos não possuem localização fixa e, por isso, os locais nas prateleiras não podem ser destinados a nenhum deles. Além disso, o número de caixas por paleta não é propriamente linear, ainda que alguns estejam definidos, no entanto, muitas das vezes não são respeitados, o que impossibilita, mais uma vez, o estudo efetuado para os restantes setores, para perceber o espaço necessário e o espaço atual para as quantidades definidas para armazenamento. Ainda assim, para aqueles produtos que apresentam registo do número de caixas por paleta, foi então delineado o espaço que teoricamente é necessário para os mesmos, indicados na Tabela 5 alguns exemplos do documento completo do anexo D.

Tabela 5 - Análise do espaço necessário consoante as variáveis determinadas (injeção/extrusão - nível de serviço de 95%)

Referências	SS	QEP	Total	Quantidade por caixa	Nº de caixas	Nº de caixas por paleta	Nº de paletes
511.0021	1515	1976	3491	120	29	30	1
511.0041	1644	6585	8229	4000	2.1	30	0.1
511.0250	14909	9300	24209	81	299	20	15

Novamente, pela análise dos dados apresentados, surge a questão de possível avaliação das quantidades implementadas em cada caixa, ou em cada paleta, como é perceptível pelo exemplo da referência 511.0041, em que apenas são necessárias duas caixas, aproximadamente, em armazenamento. Porém, segundo os dados registados, cada paleta é embalada com 30 caixas, o que implica a ocupação de um espaço dispensável para as quantidades definidas.

Termoformação

Finalmente, relativamente ao setor da termoformação, tal como descrito no capítulo anterior, as possibilidades de armazenamento dos produtos são variadas, pelo que a perceção do espaço necessário para alguns deles se dificulta, devido às diferentes dimensões das caixas que se verificam de produto para produto. No entanto, é importante ter em conta que o setor em questão não apresenta uma necessidade de espaço na escala em que os restantes setores apresentam. Em todos os produtos da família A, é possível afirmar o facto de não haver registos de roturas de *stock*, comprovando o avanço que é visível na organização deste setor, ao contrário dos restantes.

4.3 Proposta de solução para melhoria do espaço dos armazéns 13

Sabe-se que, com o empilhador destinado ao armazém 13 da metalomecânica, a largura dos corredores necessária seria de, no mínimo, 4 metros. No entanto, apesar de não ser o indicado, na prática são utilizados outros empilhadores neste armazém, assim como o empilhador estipulado para o mesmo é também utilizado no armazém 13 dos plásticos, o que não seria suposto. Empilhadores esses que, para que consigam ser manobrados adequadamente necessitam de 4.25 metros, assumindo o uso de todos os equipamentos disponíveis em ambos os armazéns 13 (largura medida pelos próprios operadores no armazém 13 dos plásticos, para obter a menor distância possível). Desta forma, reduzindo a largura dos corredores para 4.25 metros, não seriam conseguidas as vantagens traçadas no que toca à obtenção de recursos para armazenamento, ou seja, estantes. Como tal, sendo este um dos grandes objetivos para o alcance de uma melhor organização e visto como uma necessidade derivada do estudo realizado até agora, foram contactadas várias empresas para um melhor aconselhamento do tipo de equipamento mais favorável aos armazéns da unidade dos produtos intermédios, tendo em conta o maior aumento possível da capacidade de armazenamento e considerando desde logo que este seria adaptado aos dois armazéns em questão. Assim sendo, as propostas mais benéficas para a unidade incidiam-se num empilhador retrátil elétrico e num empilhador articulado. Em termos de diferenças entre ambos, para uma melhor interpretação e comparação, são apresentadas na Tabela 6, as informações relativas à capacidade de armazenamento permitida por cada um deles (dividida entre o número de estantes com comprimento de 3.6 metros e 1.8 metros), determinada através do desenvolvimento de novos *layouts* dos armazéns, assim como a largura dos corredores necessária.

Tabela 6 - Variáveis de decisão para a escolha do equipamento necessário para os armazéns 13

	Largura de corredores necessária	Nº de estantes de 3.6 metros	Nº de estantes de 1.8 metros
Empilhador Retrátil	3 metros	48	6
Empilhador Articulado	2.4 metros	51	7

Dada a diferença monetária não ser significativa, delineou-se um alcance da maior capacidade de armazenamento possível, optando-se então pela hipótese de adquirir um empilhador articulado, ilustrado na Figura 24.



Figura 24 - Empilhador articulado

4.3.1 Proposta de layout dos armazéns 13

Recorrendo à utilização do empilhador proposto, foram então idealizadas as projeções de *layouts* para os armazéns do produto intermédio. Evidentemente que, o investimento que estaria envolvido nesta aquisição, terá sido apresentado à administração de Frigocon, para que fosse

dado o aval, ou não, dos *layouts* desenvolvidos e ilustrados de seguida. No entanto, com a aquisição deste equipamento, surge um entrave de grande importância e, por isso, é fundamental tê-lo em consideração. Na eventualidade de ocorrência de avaria, nenhum dos restantes equipamentos instalados na unidade de produtos intermédios teria a capacidade de aceder aos produtos, devido à reduzida dimensão dos corredores. Desta forma, a possibilidade de retoma foi ponderada, de maneira a conseguir dar resposta à situação exposta, ou seja, obtendo dois dos equipamentos mencionados, com a avaliação por parte dos técnicos da empresa fornecedora dos mesmos de dois empilhadores da unidade de produtos intermédios, seria então efetuada a retoma, tornando-se numa solução mais económica para Frigocon, tendo em conta o investimento em vista.

Armazém 13 – Metalomecânica

No seguimento da sugestão referida e recorrendo a ferramentas CAD para uma melhor perceção da realidade, foram desenvolvidas variadas disposições das estantes no armazém em questão, de maneira a encontrar a solução que atingisse a maior capacidade de armazenamento possível, consoante as medidas necessárias para tal. Ilustra-se então na Figura 25, o *layout* projetado para o armazém do produto intermédio da metalomecânica, com as respetivas indicações dos locais indispensáveis para o bom funcionamento da logística do mesmo. Encontra-se ainda no anexo E, o *layout* devidamente cotado e apresentado de forma rigorosa, de acordo com as ferramentas CAD utilizadas, assim como uma perspetiva em 3D do mesmo.

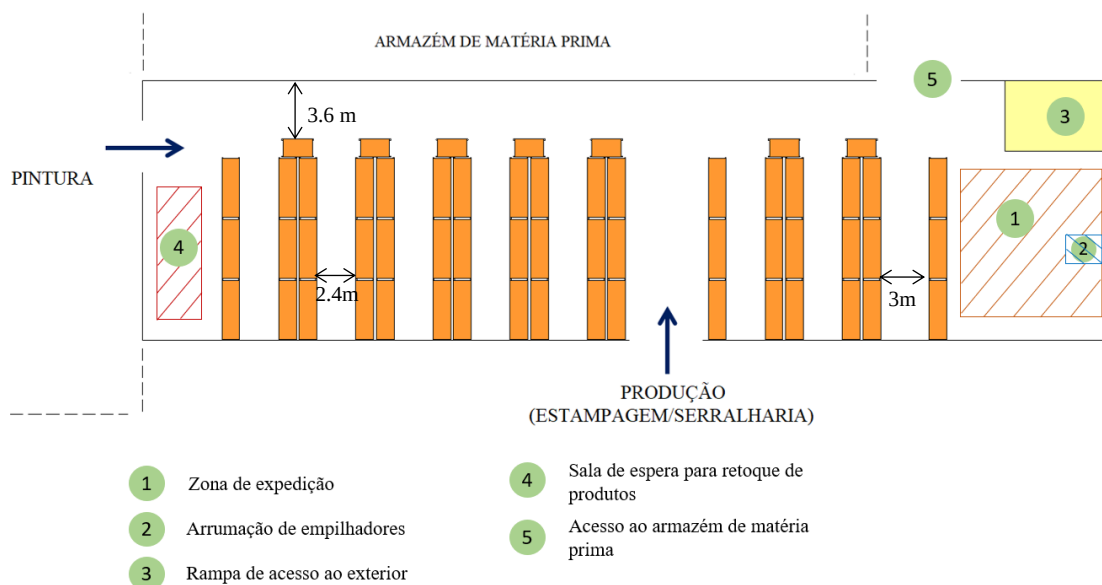


Figura 25 - Proposta de melhoria do layout do armazém 13 - Metalomecânica

Tal como descrito previamente, a largura dos corredores passaria para 2.4 metros, à exceção de um deles que teria uma largura de 3 metros, devido ao comprimento de certos produtos, que impedem a distância mínima indicada. No que diz respeito ao corredor principal, de acesso ao exterior, a sua largura tomaria o valor de 3.6 metros, o que se torna perfeitamente exequível para a movimentação do equipamento em causa. Tanto a zona de expedição como a sala de espera para retoque de produtos mantêm-se inalteradas, uma vez que são vistas como áreas indispensáveis para, mais uma vez, uma logística e gestão eficiente do armazém. A título de comparação com o *layout* atual, a capacidade de armazenamento teria um incremento de 40%, ou seja, em números concretos, seriam empregues mais 15 estantes com um comprimento de 3.6 metros, relativamente às existentes de momento, 36. Para além disso, seria também acrescida 1 estante com comprimento de 1.8 metros. Passando à disposição adotada para as estantes, esta desenvolveu-se com o intuito de ser uniformizada e organizada ao máximo.

Armazém 13 – Plásticos

De igual forma, o armazém de produto intermédio relativo aos plásticos desenvolveu-se com o mesmo pensamento que o anterior, estruturando assim toda a sua disposição de maneira competente e atingindo um aumento de armazenamento capaz de corresponder às necessidades dos setores envolvidos. Deste modo, a utilização do empilhador articulado permitirá a projeção do *layout* da Figura 26 em que a distância entre estantes seria, mais uma vez, de 2.4 metros e o corredor principal teria 3.3 metros de largura. Relativamente à disposição delineada, esta assemelha-se à atual, ainda que se tenham concretizado outras alternativas, concluiu-se que a mais benéfica coincidia com a representada de seguida e, de forma mais precisa, no anexo F.

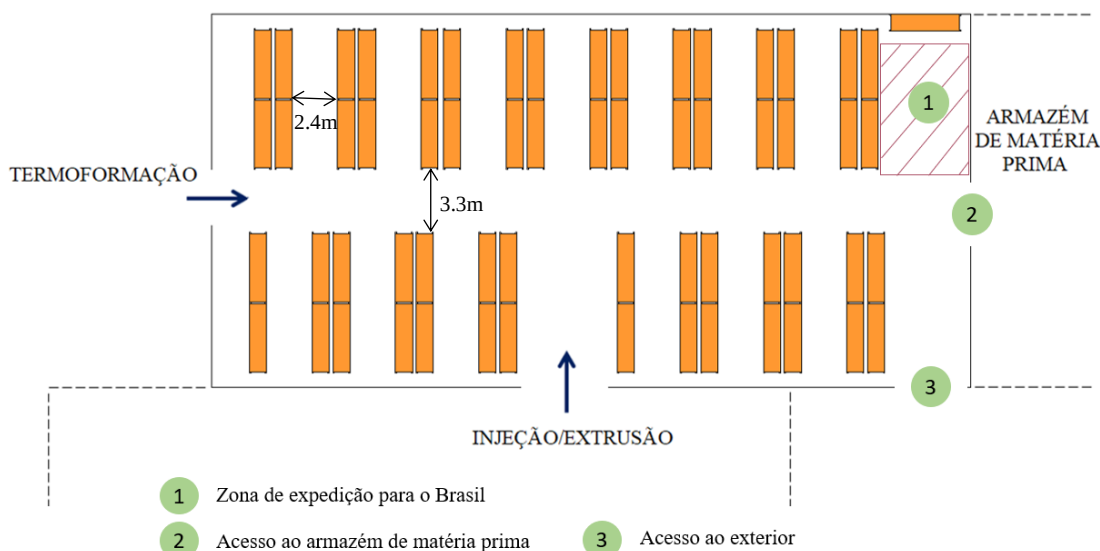


Figura 26 - Proposta de melhoria do layout do armazém 13 - Plásticos

Em termos de capacidade de armazenamento, comprova-se um aumento de 27%, comparativamente às 48 estantes presentes de momento, com comprimento de 3.6 metros, perfazendo assim um total de 61 estantes.

4.4 Propostas de melhoria ao nível organizacional

Depois da avaliação efetuada ao nível do espaço necessário para os produtos da família A de cada setor de produção da unidade de produtos intermédios, e respetivas soluções pensadas para que tal problema seja contornado, a dinâmica e organização dos armazéns tornam-se nos seguintes aspetos a ter em atenção. O facto de alcançar recursos para uma maior capacidade de armazenamento implica que esteja intrínseca uma organização eficiente, para que a médio ou longo prazo não se retorne aos mesmos procedimentos que se verificam atualmente.

Assim sendo, vários pontos foram vistos como os mais cruciais e, por isso, serão aqueles onde a idealização de soluções se centrará primitivamente, de maneira a atuar consoante a metodologia dos 5S. Destacam-se os seguintes:

- Atribuição de locais de armazenamento fixos para cada produto analisado;
- Identificação visualmente perceptível dos produtos, estantes e corredores;
- Redução do espaço destinado aos produtos associados à família C, explicando como deve funcionar o fluxo destes materiais nos armazéns;
- Criação de um espaço próprio para avaliação do produto não conforme (devoluções);
- Definição de estratégias para facilitar o *picking*;
- Criação de uma sala de espera no armazém 13 da metalomecânica.

4.4.1 Armazenamento e identificação

Iniciando com o primeiro ponto, será mantida a estratégia de armazenamento, em que este se divide por setores. Dentro de cada um, o princípio de localização incide-se na colocação dos seus produtos, relativos à família A, o mais próximo possível da expedição. Numa primeira fase, o objetivo seria dispô-los mais perto dos setores de produção, no entanto, foi avaliado o balanceamento entre a frequência com que os materiais são expedidos e a frequência com que os materiais são produzidos e armazenados, resultando assim na opção aludida. Ainda relativamente a este ponto, a organização dos produtos passaria pela distribuição dos mesmos por famílias de modelos das arcas finais, facilitando os movimentos dos colaboradores, uma vez que as necessidades da unidade de produtos acabados são realizadas consoante as arcas, sendo posteriormente adaptadas aos produtos intermédios.

Assim que sejam armazenados adequadamente, a identificação dos produtos nas respetivas prateleiras é essencial, auxiliando a gestão visual e permitindo que haja um acesso mais expedito aos materiais. De igual forma, a identificação das estantes e dos corredores e respetiva atribuição dos mesmos a cada produto, possibilitando os seus registos em sistema informático, coincide, igualmente, com uma perspetiva mais ordenada, evitando que exista espaço para equívocos no que toca à procura dos materiais, mas também, ao seu armazenamento. Para além do registo informático, em cada fileira de estantes, como ilustrado na Figura 27, no local a vermelho, será disposto um documento com a informação dos produtos (referência do produto, a sua descrição e o número da estante), estruturado de acordo com a Tabela 7, que se encontram armazenados em cada uma das estantes dessa mesma fileira. Desta forma, através da consulta do documento referido, no início de cada fileira, é possível perceber quais os produtos que serão encontrados na mesma.

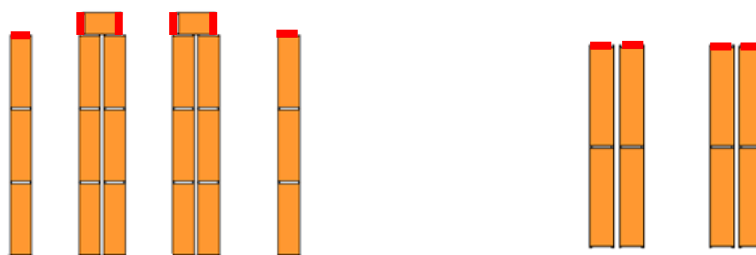


Figura 27 - Locais para colocação de documento de localização dos produtos em cada fileira de estantes (esquerda – metalomecânica; direita – plásticos)

Tabela 7 - Excerto do documento exposto em cada fileira de estantes (nos locais demonstrados na Figura 25)

Referência	Descrição	Número da estante
513.0212	PRAT ARAME SUP COMBI SMR	1
513.0213	PRAT ARAME INF COMBI SMR	1
513.0006	SEPAR ALTO SMR1900	2

Além das identificações colocadas nas estantes, a criação de um documento, que sintetize toda a informação, e esteja disponível para consulta nos armazéns e em sistema informático, torna-se bastante útil para localizar os produtos quanto ao corredor e ao número da estante em que se encontram. Basicamente, no documento, os produtos serão divididos nas respetivas famílias das arcas finais, utilizando as suas referências e descrições na família à qual pertencem, seguidos do corredor e estante em que se armazenam. Para isso, tanto os corredores como as estantes necessitam de elementos visíveis para que sejam distinguidos. Delineou-se a utilização de números para a identificação das estantes, e letras para os corredores, sendo que o número de estantes varia entre 1 e 6, no armazém dos metálicos, por ser a quantidade existente em cada

corredor. Nas estantes situadas no topo de cada fileira, optou-se pela utilização da letra T, exatamente por serem caracterizadas por estantes de topo, seguido do seu número correspondente. Para uma percepção mais visual, esquematiza-se nas Figuras 28 e 29 o procedimento a adotar para a identificação dos locais de armazenamento e dos corredores, de acordo com a descrição dada, repetindo o processo para todo o armazém. De realçar ainda que o método desenvolvido deve ser implementado em ambos os armazéns 13, diferenciando no facto do armazém dos plásticos não possuir estantes de topo e os respetivos corredores terem apenas quatro estantes.

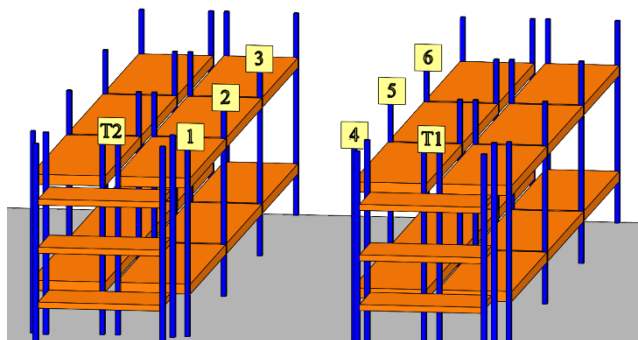


Figura 28 - Método para identificação das estantes dos armazéns 13

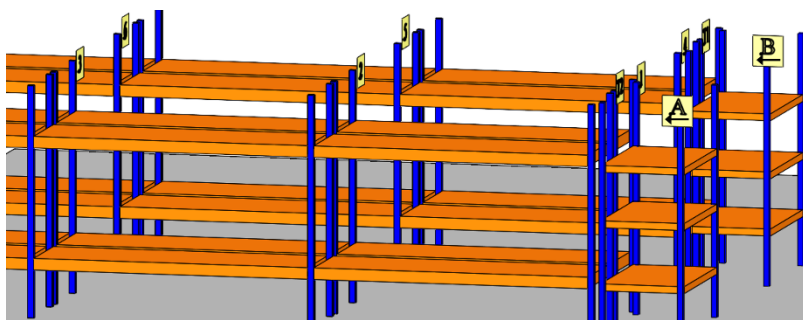


Figura 29 - Método para identificação dos corredores dos armazéns 13

Finalmente, para concluir o tópico relacionado com a identificação, surge ainda a importância de diferenciação entre o *stock* de segurança e o restante *stock* armazenado. Para tal, a aplicação de uma placa com uma cor visivelmente notória, por exemplo, vermelho, e a respetiva quantidade que deve estar situada nesse mesmo local, é uma decisão fundamental para que, novamente, estejam presentes noções de organização, insistindo no facto de que apenas se recorre a esse material caso o restante *stock* entre em rotura e, a partir daí, fazer jus à sua função.

4.4.2 Espaço destinado a produtos da família C e devoluções

Relativamente ao terceiro ponto supramencionado, um dos problemas aparente é o armazenamento de quantidades significativas dos produtos da família C, que apresentam baixos consumos ao longo do ano, contudo, ocupam um espaço em armazém considerado desnecessário. Neste aspeto, o objetivo passaria por eliminar as quantidades excessivas que se verificam de momento e criar um local com menor capacidade de ocupação para, aquando da ocorrência de produção destes artigos, estes tenham onde ser colocados por um curto período de tempo. Este procedimento vai implicar que a localização destes produtos não seja fixa, visto que o intuito não é criar *stock* dos mesmos. O número de estantes a atribuir para este fim teria de sofrer uma avaliação, tendo em consideração o armazenamento das quantidades calculadas para os produtos da família A de cada setor e, posteriormente, para os da família B. No entanto, devido à baixa frequência com que estes produtos são expedidos, foi ponderada uma estante em cada um dos setores dos armazéns 13 para esse fim. Uma vez que estes produtos não teriam uma localização fixa, a sua identificação tornar-se-ia mais difícil, logo, as hipóteses que surgiram de maneira a contornar esta questão centram-se na utilização de pequenas placas

magnetizadas, em que a primeira é constituída por três algarismos correspondentes ao código do setor e as restantes teriam algarismos soltos e, conforme o produto a armazenar, formar-se-ia o respetivo código, colocando-o no local da prateleira destinado ao mesmo. Por outro lado, estes produtos poderiam ser identificados apenas através das suas etiquetas, visto que o seu tempo de armazenamento seria muito curto, assim como a quantidade de estantes dedicadas a eles seria reduzida.

No que diz respeito ao material devolvido pela unidade de produto acabado, o facto de não existir espaço próprio para que este seja posteriormente avaliado, obriga à sua disposição aleatória no armazém. Para que esta situação seja evitada, no caso do armazém dos metálicos, foi pensada a criação de uma pequena área situada na zona de expedição, por apresentar um espaço consideravelmente alargado para a função que exerce, utilizando uma estante com comprimento de 1.8 metros, suficiente para as quantidades envolvidas e a frequência das suas ocorrências. Por outro lado, para os setores dos plásticos, já existe no armazém uma área reservada para o material devolvido, identificada no solo com a designação “NC” (não conformidades), a fita vermelha.

4.4.3 Picking

Um dos motivos para a desarrumação evidente nos armazéns, neste caso em especial, no armazém dos metálicos, está relacionado com a execução do *picking*. Como já introduzido no capítulo anterior, no setor do aramado/pintura, quando é necessária a expedição de quantidades inferiores aos lotes estipulados, os colaboradores veem-se obrigados a desembalar o respetivo lote, deixando-o incompleto. Agravando a situação, o material depois de retirado do seu local de armazenamento, assim que cumprida a tarefa, muitas vezes não retorna ao seu devido lugar.

A solução para a realidade referida passa por atuar com o intuito de dificultar a existência de oportunidade de desordem. Estabelecer um ponto de *picking* ao nível do chão foi visto como a decisão mais assertiva, em que seria colocada uma paleta desembalada, ou em alternativa, uma caixa com os produtos soltos, havendo assim possibilidade de retirar as quantidades que não sejam correspondentes ao lote. Como tal, o armazenamento de cada artigo seria realizado em coluna, isto é, consoante o espaço que lhe esteja destinado, este seria ocupado por níveis, e não horizontalmente (por prateleira), como se pretende ilustrar na Figura 30. Desta forma, o produto que se encontra ao nível do chão, encontrar-se-á também, nos níveis superiores, diferenciando-se no facto de nesses mesmos níveis, o produto estar embalado e, quando a necessidade proveniente do cliente corresponder a um lote completo, logicamente, este será retirado dos mesmos.

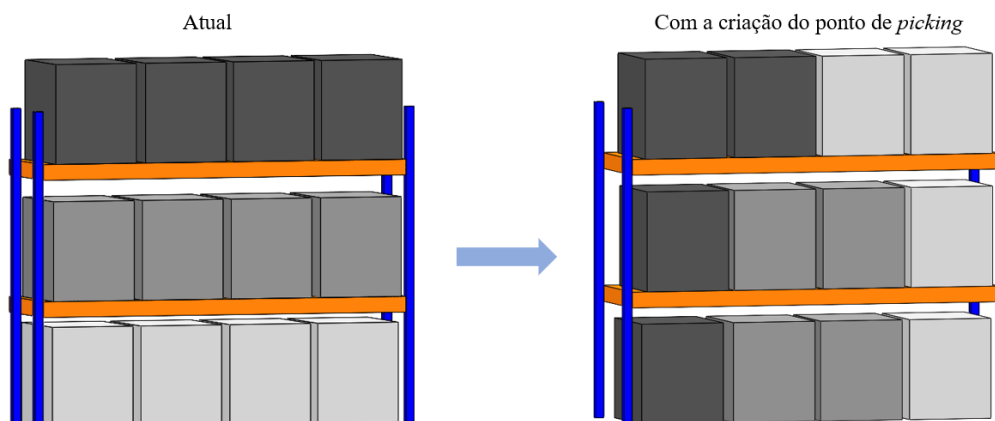


Figura 30 - Exemplo de disposição dos artigos com a criação do ponto de picking

Relativamente ao esquema exemplificativo da Figura 30, a disposição dos produtos foi realizada de acordo com a utilização de paletes de 0.80 x 1 metros, no entanto, existem produtos que são armazenados em paletes de 1 x 1.2 metros, o que implica que em cada prateleira podem

apenas ser colocadas três paletes, contudo, o método adotado para o estabelecimento do ponto de *picking* mantém-se.

Para o setor da estampagem/serralharia, como grande parte dos produtos são armazenados em caixas, o correto procedimento do *picking* já se encontra intrínseco, pelo que a desorganização instalada não é justificada por este processo, mas sim por fatores já mencionados, efetivamente relacionados com a falta de espaço para as quantidades adequadas e à ausência de espaço próprio para devoluções. Para os restantes setores, na termoformação, como já terá sido várias vezes evidenciado, a evolução ao nível organizacional que este setor apresenta transcende os demais, fazendo com que a preocupação neste setor se baseasse na correta análise das quantidades económicas de produção e nos *stocks* de segurança e em possíveis ajustes a realizar na identificação das áreas de armazenamento. Concluindo com o setor da injeção/extrusão, o processo de *picking* tornar-se-á simplificado, assim que a correta identificação dos produtos seja concluída, para que posteriormente, uma avaliação aos mesmos se realize, de modo a que estes sejam dispostos consoante o seu destino (Brasil ou unidade de produtos acabados de Vila de Conde), uma vez que influencia nas quantidades a expedir, mas também consoante aqueles produtos em que, tal como no setor aramado/pintura, são enviados em quantidades inferiores às existentes em cada caixa (no caso da injeção/extrusão). A partir daí, o mesmo procedimento demonstrado na Figura 28 seria imposto no setor em questão.

4.4.4 Sala espera no armazém 13 da metalomecânica

O procedimento atual para a colocação das etiquetas nos produtos da metalomecânica é realizado na maneira em que, logo após a sua produção, os artigos sejam colocados nos corredores do armazém, incluindo o corredor de acesso ao exterior e, assim que exista disponibilidade por parte do técnico de planeamento, após receber a informação de que esses produtos já se encontram em condições para receber as respetivas etiquetas, estas são preparadas, impressas e colocadas. Comprovou-se então que, todo este processo contribui para, mais uma vez, a falta de organização, proveniente de uma fraca gestão do espaço existente.

Assim sendo, a criação de uma sala de espera será, de facto, a melhor solução para libertar espaço considerado essencial no armazém e que, de momento, é utilizado inapropriadamente. Existe, entre o armazém e a produção, uma área disponível para tal, ilustrada na Figura 31, situada perto do armazém 12 da matéria-prima em vias de fabrico, e que pode destinar-se para dispor os produtos que estejam a aguardar a sua etiqueta ou mesmo o seu armazenamento.

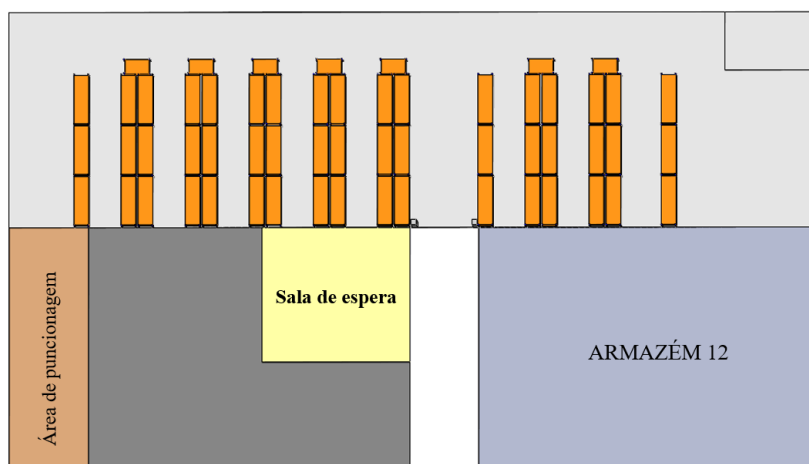


Figura 31 - Localização da sala de espera

A sala de espera terá um papel importante no que diz respeito à logística envolvida no processo entre o material produzido e o seu armazenamento. Logo que os artigos estejam produzidos, estes serão colocados na sala de espera, devidamente embalados, apenas com a respetiva

etiqueta em falta. A partir daí, sempre que o técnico de planeamento for informado da presença desses produtos na sala de espera, serão emitidas as etiquetas para serem distribuídas pelos mesmos. Colocadas as etiquetas e passando para o ato de armazenar os produtos, seguindo a mesma lógica, sempre que os colaboradores responsáveis pelos armazéns constatarem a presença de produtos etiquetados na sala de espera, terão o dever de armazená-los nos seus devidos locais.

4.4.5 Estimativa de melhoria global (VSM)

Reunidas todas as propostas de melhoria ao nível organizacional, espera-se que todo o tempo despendido desde o momento de início da produção do lote de determinado produto até à sua expedição seja reduzido significativamente. Visualizando o VSM desenvolvido previamente, na subsecção 3.1.6, surgem vários processos que podem ver o seu tempo a sofrer alterações de forma bastante positiva. Com a criação da sala de espera, o seguimento do produto modificar-se-á ligeiramente, uma vez que o *stock* em espera para ser etiquetado ficará localizado numa área com maior visibilidade para o técnico de planeamento que realiza essa mesma função. Após a etiquetagem, os materiais permanecem na sala de espera para que os responsáveis dos armazéns procedam ao seu armazenamento assim que tenham disponibilidade. Ora, de acordo com o VSM ilustrado no capítulo 3, a etapa referente a “*Stock* em espera para colocar etiqueta”, passaria a incorporar também o tempo desde a colocação da etiqueta até a chegada dos colaboradores dos armazéns. Ainda assim, prevê-se que o tempo atual verificado para a etapa mencionada, seja reduzido para, pelo menos metade, ou seja, 2 horas. Contudo, é sabido que nesta fase existem flutuações na respetiva duração, podendo este tempo ser ainda menor, e por isso, considera-se que o valor referido é tomado com o máximo de duração possível para a permanência dos produtos na sala de espera. No entanto, futuramente, a ideia estabelecida seria a atribuição da tarefa de etiquetagem dos produtos a cada chefe de setor, o que permitiria eliminar a espera desde a saída do material da produção até haver disponibilidade por parte do técnico de planeamento para o fazer.

Relativamente ao armazenamento dos produtos, o facto de todos os locais de passagem deixarem de estar ocupados devido à falta de espaço, e de todo o armazém se encontrar devidamente identificado, tornaria o processo mais expedito. Estima-se, por isso, que os 24 minutos contabilizados no VSM realizado, passariam para um máximo de 10 minutos, tendo em conta possíveis imprevistos que possam ocorrer, assumindo assim, um cenário mais pessimista.

No que diz respeito à etapa destinada ao *picking*, para além da melhoria associada à organização e à facilidade em executá-la através do método de armazenamento explicado na subsecção 4.4.3, é também visível uma possibilidade de diminuição da sua duração, dependendo da quantidade requerida. Ainda assim, com a criação do ponto de *picking* ao nível do solo prevê-se, para o produto de referência ao VSM, que o tempo gasto conseguiria ver uma redução de aproximadamente 50%, considerando, obviamente, toda a atividade envolvida desde a recolha das paletes ou caixas até ao embalamento da quantidade necessária.

Finalmente, a recolha dos produtos para a sua expedição é feita de diferentes formas, como já terá sido explicado, sendo que, muitas vezes, a zona de expedição, principalmente da metalomecânica, não é utilizada. Com a aquisição dos empilhadores articulados (um em cada armazém) e estando a sua utilização restrita ao interior dos armazéns, devido ao estado degradado do piso exterior, tanto a zona de expedição dos plásticos como a da metalomecânica terão de ser obrigatoriamente aproveitadas. Desta forma, terá sempre de haver uma preparação prévia dos materiais a serem expedidos, uma vez que apenas os empilhadores que existem atualmente na unidade de produtos intermédios podem circular no exterior e apenas os empilhadores articulados poderão circular no interior, pelo facto de apenas estes conseguirem aceder aos produtos, consequência da diminuição da largura dos corredores.

4.5 Melhorias atingidas com a aplicação do método SMED

Tal como referido no capítulo 3, com vista a reduzir o tamanho dos lotes e a aumentar a produtividade dos setores da unidade de produtos intermédios, a diminuição dos tempos associados ao *setup* dos equipamentos foi delineada como um dos objetivos do presente projeto. Assim, e tendo em conta os equipamentos selecionados para tal, foram efetuadas determinadas ações de melhoria.

4.5.1 Máquina de soldar arame

Relativamente à máquina de soldar o arame de certos produtos do setor do aramado, como os cestos, algumas prateleiras referentes a determinados modelos de arcas, e ainda uma percentagem de grelhas, nomeadamente as grelhas colocadas nas laterais das arcas, de acordo com o método a desenvolver, uma das fases principais destina-se à transformação do trabalho interno em externo. Após a análise de todo o processo de mudança de série da máquina, sabe-se que todo o trabalho realizado atualmente é interno. Assim que todas as tarefas mencionadas no capítulo 3 forem concretizadas, é colocado o molde correspondente ao artigo a produzir na mesa de apoio e, a partir daí é iniciada a produção do lote.

Deste modo, as ações projetadas para melhoria do tempo de *setup*, destinam-se à sugestão de criação de uma *checklist* com todas as ferramentas e especificações necessárias para dar início à operação, mas também, ao desenvolvimento de métodos que permitam eliminar o ato de remoção da mesa de apoio para que a estrutura inferior da máquina seja movida de acordo com a altura dos elétrodos disponíveis para proceder à solda do arame. No que diz respeito à criação da *checklist*, apesar de, atualmente, apenas se recorrer a uma ferramenta, para o aperto e desaperto de parafusos, futuramente, outras ferramentas podem ser desenvolvidas para dar continuidade à melhoria do processo, logo, de acordo com a metodologia utilizada, a criação da *checklist* foi vista como uma necessidade e princípio de organização. Posteriormente, a ação incidiu-se na aquisição de elétrodos com a mesma altura, fazendo com que a estrutura inferior não tenha de ser movida. Foram, por isso, desenhados todos os elétrodos com 6 cm de altura, variando o seu comprimento e espessura. Ainda assim, devido ao mecanismo utilizado para fixar ou retirar os elétrodos, ilustrado na Figura 32, em que é necessário recorrer aos parafusos indicados a vermelho para os elétrodos de menor comprimento, torna-se inevitável que a mesa não seja retirada, sendo também preciso recorrer aos parafusos colocados nas extremidades, de maneira a facilitar o processo, demonstrado à direita da figura.



Figura 32 - Mecanismo para fixar ou retirar os elétrodos da estrutura inferior da máquina

Com o intuito de eliminar o processo evidenciado na Figura 32, foi pensado um outro mecanismo capaz de evitar o que acontece atualmente, através de um batente que servirá de encosto aos elétrodos para que estes possam ser apertados com um outro batente, que será fixado ao elétrodo onde se encontra ligada a água (representado com o número 1 na Figura 32), através de duas alavancas de fixação. Para que tal aconteça, todos os elétrodos são obrigados a

ter a mesma espessura, no entanto, ao verificar se tal seria possível, foi indicada a impossibilidade em dois dos eléctrodos, que se destinam à solda de arame mais fino. Contudo, sendo a espessura dos restantes de 2 cm, foi vista como solução, o fabrico desses mesmos eléctrodos com duas espessuras diferentes, esquematizado de seguida. Para uma melhor percepção do processo explicado, este é representado na Figura 33, tanto para os eléctrodos com 2 cm de espessura, como para aqueles com 1,2 cm (com a espessura de 2 cm incorporada).

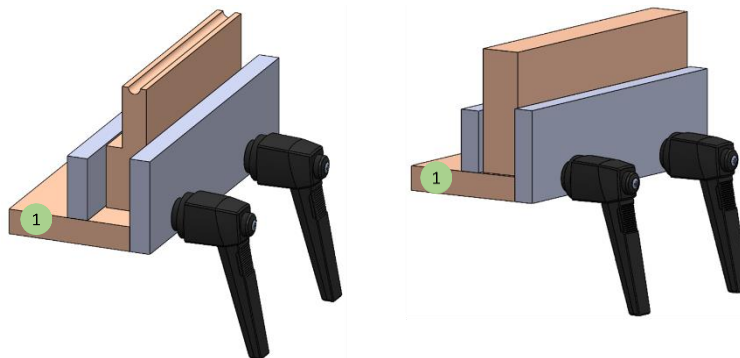


Figura 33 - Solução para o mecanismo de aperto dos eléctrodos inferiores (esquerda – espessura de 1.2 cm; direita – espessura de 2 cm)

Dada a impossibilidade de execução do mecanismo apresentado durante o período de realização do projeto, estimou-se, consoante a lista de tarefas referente a este processo de mudança, exposta no capítulo 3, que o tempo de *setup* passaria de 7 minutos e 44 segundos para valores entre os 2 minutos e 20 segundos (cenário otimista) e os 3 minutos (cenário pessimista), explicados na Figura 34. O facto de o aperto dos eléctrodos inferiores passar a ser realizado pelos manípulos de alavanca e localizado de forma mais acessível ao operador, permite que todo o procedimento associado à estrutura inferior do equipamento seja praticamente eliminado, restando unicamente a mudança de eléctrodos que é, claramente, indispensável.

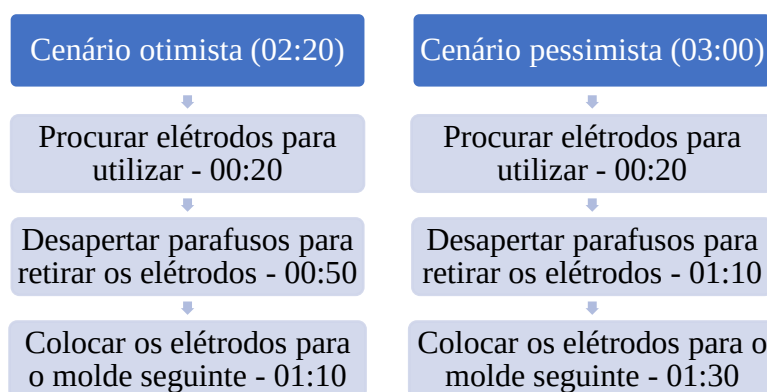


Figura 34 - Procedimento da mudança de série da máquina de soldar arame, após melhoria

De acordo com o esquema apresentado, todas as tarefas presentes na Tabela 2 do capítulo 3 que se relacionam com a estrutura inferior do equipamento são removidas, apresentando uma redução no tempo de mudança de série de aproximadamente 70%, no caso do cenário otimista, e de 61% para o cenário pessimista, o que se revela extremamente positivo para os objetivos pretendidos.

4.5.2 Quinadoras

Nas duas quinadoras existentes no setor do aramado, o facto de apenas uma pessoa estar encarregue da mudança de medida de quinagem, obriga a que haja paragem no seu trabalho para realizar a tarefa, uma vez que todas as informações necessárias para tal são sabidas unicamente pelo chefe do setor. Para ultrapassar esta situação, foram pedidas todas as medidas necessárias, como já referidas no capítulo 3, e a partir daí foram desenvolvidas ferramentas para

que seja possível a participação de qualquer colaborador do setor, no que diz respeito à mudança de série dos equipamentos em questão.

Como tal, a criação de batentes com as medidas específicas, necessárias para cada produto a ser quinado, torna-se vantajoso na maneira em que, ainda que minimamente, é reduzido o tempo de *setup*, mas principalmente é evitada a paragem na produção por parte de um dos membros do setor. A utilização dos batentes projetados baseia-se na exemplificação da Figura 35, procedendo apenas à deslocação do batente assinalado com o número 1 na figura até encostar no batente com a medida de referência.



Figura 35 - Demonstração da utilização dos batentes criados

Relativamente ao tempo despendido atualmente, de 1 minuto e 10 segundos, com as ferramentas idealizadas, verificou-se uma redução de cerca de 50%, o que equivale a um tempo total para a mudança de série das quinadoras de 35 segundos.

5 Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros

Para finalizar, neste capítulo serão estruturadas todas as conclusões que foram sendo retiradas ao longo do trabalho desenvolvido, apoiando-as de acordo com os procedimentos adotados para tal, bem como as perspectivas de trabalhos futuros considerados fundamentais para dar continuidade ao processo de melhoria das atividades envolvidas na unidade dos produtos intermédios da Frigocon.

A execução deste projeto permitiu que muitos dos processos adotados pela empresa no que toca à gestão dos armazéns da sua unidade dos produtos intermédios, fossem vistos como problemáticos para o bom funcionamento e organização dos mesmos. Como tal, vários métodos e estratégias têm de ser implementados de maneira a contornar a elevada desorganização ao nível da logística dos mesmos, assim como do planeamento realizado à produção da unidade, que interfere diretamente com a gestão dos armazéns.

No seguimento do referido, as melhorias associadas aos processos envolvidos na logística dos armazéns inseriram-se através de, numa fase inicial, da perceção das falhas que se verificam desde o primeiro passo da cadeia de valor. Com isto, as inúmeras alterações que são realizadas no planeamento da unidade do produto acabado, obrigando igualmente a modificações do planeamento da unidade de produtos intermédios, provocam uma elevada desordem, fazendo com que produções sejam canceladas para dar resposta às respetivas alterações. Com isto, a realização de previsões para o presente ano foi considerada uma mais-valia para uma melhor gestão da produção e, conseqüentemente, dos armazéns de produto intermédio. Para tal, o estudo dos dados históricos fornecidos, referentes aos anos de 2018, 2019 e 2020, permitiu perceber quais os produtos de maior valor para a unidade, com o auxílio da análise ABC. Porém, para os produtos que se associam à família A na análise praticada, estes apresentam uma elevada irregularidade no que toca aos seus consumos ao longo dos 3 anos referidos. Assumindo, como alternativa, o ano de 2020 como um ano semelhante a 2021, devido às condições em que a atualidade se insere, a pandemia provocada pela Covid-19, analisou-se apenas o ano de 2020 para a realização das previsões da procura do ano 2021, no entanto, a mesma situação se confirmou. Concluiu-se, portanto, a impossibilidade de estimativa dos consumos a serem concretizados no ano requerido, adotando assim, os dados do ano de 2020 como referência para as análises realizadas posteriormente, exatamente pelas razões citadas.

A partir daí, e assumindo como um ponto de partida para contornar as urgências que são visíveis na produção, influenciando diretamente os armazéns do produto intermédio e sujeitando a empresa a mais gastos devido às paragens de produção, surgiu a necessidade de análise dos produtos com maior representatividade para cada setor da unidade em questão, como referido anteriormente. Desta forma foi possível concluir, através da análise ABC, que apenas cerca de 10% dos artigos de cada setor estão associados a 80% do negócio desses mesmos setores. Assim sendo, a atenção prendeu-se na percentagem de produtos referida em cada setor, recorrendo a métodos de reaprovisionamento e à determinação das quantidades económicas de produção de cada um deles, bem como os respetivos *stocks* de segurança. Neste âmbito, o esclarecimento das quantidades ótimas a produzir e o intervalo de tempo entre o lançamento de encomenda das mesmas à produção, permitirá, futuramente, aquando da entrada do novo sistema ERP a ser

desenvolvido e com vista a ser introduzido no espaço de um ano, comparar os valores trabalhados no presente projeto com aqueles que serão gerados pelo sistema, podendo, ou não, ser ajustados.

Finalizada a fase de determinação das quantidades a produzir e os *stocks* de segurança que evitarão a existência de roturas de *stock*, algo extremamente frequente de momento, foi perceptível a falta de espaço que se verifica, tanto com os métodos de realização de planeamento atuais, como com as análises concretizadas que indicaram uma necessidade de espaço ainda maior. Impossibilitada a hipótese de aumento do espaço do armazém, a solução compatível com as condições providas recaiu na aquisição de equipamentos capazes de serem manobrados em espaços mais reduzidos. Contactando várias empresas para viabilizar a melhor solução possível para os armazéns em questão, tendo em vista as suas áreas, alturas máximas de armazenamento de material e, principalmente, as necessidades de espaço evidentes, um empilhador articulado permite a redução da largura dos corredores dos armazéns em aproximadamente 50%. Consoante a disposição idealizada para cada um dos armazéns de produto intermédio, no que toca à metalomecânica, esta terá um aumento de 40% na sua capacidade de armazenamento, enquanto que os plásticos terão 27%.

Alcançados os valores desejados, ou até acima daquilo que seria esperado, todos os estudos realizados e propostas de investimento foram apresentadas à administração da empresa, mostrando todos os benefícios possíveis de serem atingidos, sendo aquele que mais apela à atenção dos demais, o armazenamento de todos os produtos nos seus devidos locais destinados, e não espalhados pelo solo dos armazéns, impedindo a passagem e dificultando a eficiência de todos os colaboradores responsáveis pela sua logística.

Posteriormente, como qualquer armazém, boas práticas têm de ser implementadas para que não seja verificada a situação descrita no capítulo 3, nomeadamente nas subsecções 3.1.2 (Figura 10) e 3.1.6 (Figuras 17, 18 e 19). Deste modo, foram adotados elementos de identificação para os produtos nas respetivas prateleiras, implicando, por isso, uma posição fixa dos mesmos no que toca ao seu armazenamento, mas também, para as estantes e corredores, agrupando todos os dados para consulta, quando necessário. Todo o processo de identificação é, claramente, dos passos primordiais a serem executados ao nível organizacional de um armazém e, como não poderia deixar de ser, o mesmo foi imediatamente pensado para ser introduzido nos armazéns tratados, permitindo a redução do tempo de procura dos materiais, tanto para o seu armazenamento após produção, como quando são necessários para expedição. Para além disso, o facto de existir uma elevada quantidade de produtos armazenados associados à família C, implica que seja ocupado um espaço considerado valioso para aqueles produtos que realmente apresentam elevadas saídas ao longo do ano. Assim, atribuindo apenas uma pequena percentagem dos recursos de armazenagem para estes produtos, sendo apenas ocupado aquando das suas necessidades e, por isso, produzidos por encomenda, facilitará a gestão do armazém, fazendo apenas *stock* dos produtos que apresentam elevada rotatividade, evitando ainda que, aqueles que pertencem à família C permaneçam muito tempo em armazém, visto que são produções realizadas com muito pouca frequência. Ainda ao nível organizacional, uma das causas para a desordem dos armazéns relaciona-se com a inexistência de espaço próprio para o produto não conforme, obrigando a que este seja colocado aleatoriamente ao longo dos corredores dos mesmos. Mais uma vez, conceder um pequeno espaço para a colocação deste material, por exemplo, uma estante de menor comprimento (1.8 metros), foi vista como a solução mais adequada, pois as quantidades e frequência com que estes produtos chegam à unidade dos produtos intermédios, são baixas. Relativamente à problemática dos produtos que são encomendados em quantidades diferentes dos lotes embalados, o facto de não estar incutido na mentalidade dos colaboradores o princípio mínimo de organização, resulta naquilo que se verifica na Figura 17, já mencionada. Contornar a situação é idealizar métodos para que não seja possível chegar ao ponto que se observa, isto é, ao criar um ponto de picking ao nível do solo para as encomendas dos produtos que tenham uma quantidade inferior à embalagem do

lote, impede-se que sejam retiradas paletes dos níveis superiores para serem desembaladas e ser retirado o que for necessário, deixando-as nos locais de passagem por não serem colocadas novamente nos devidos lugares. Por fim, relativamente ao processo de etiquetagem dos produtos, este pode tornar-se um pouco demorado devido à elevada carga de trabalho atribuída ao técnico de planeamento, o que acarreta um aglomerado de material disposto ao longo dos corredores dos armazéns, obstruindo, mais uma vez, locais de passagem. Criou-se, por isso, uma sala de espera demonstrada na subsecção 4.4.4, na Figura 31, que facilitará a dinâmica desde o final da produção até à colocação dos artigos nos seus respetivos locais de armazenamento, envolvendo a atividade de membros da produção, que instalarão o material na sala de espera, do técnico de planeamento e dos responsáveis dos armazéns que, assim que certificarem a existência de artigos prontos para armazenagem, têm a função de proceder a isso mesmo.

Concluída a fase de intervenção ao nível da metodologia dos 5S e dando um grande passo na organização e bom funcionamento da logística dos armazéns do produto intermédio, ainda que não tenham sido implementadas todas as propostas sugeridas durante o tempo do projeto, estas terão sido inteiramente aprovadas e serão introduzidas assim que os novos *layouts* dos armazéns sejam praticados.

Por último, o estudo final incidiu-se na melhoria dos tempos associados às mudanças de série do setor que, ao longo do tempo, tem-se vindo a tornar no *bottleneck* da unidade, sendo ele o setor do aramado. Com o objetivo de reduzir o tamanho dos lotes dos produtos associados a este setor, foram introduzidas algumas ferramentas em três dos equipamentos, duas quinadoras e uma das máquinas de soldar o arame. No que diz respeito às duas quinadoras, os batentes criados com as medidas específicas para a quinagem dos produtos que por lá passam permitiram uma redução de cerca de 50% no tempo de *setup* e evitam que um dos colaboradores pare as suas funções, por ser o único membro com conhecimento das medidas destinadas a cada produto. Desta forma, estando os batentes identificados com os produtos para os quais se designam, qualquer colaborador se torna capaz de efetuar a mudança de séries dos equipamentos em questão. Relativamente à máquina de soldar o arame, o grande desperdício de tempo que se confirmava, era causado pelo mecanismo de fixação dos elétrodos inferiores, mas também, pelo facto dos elétrodos não apresentarem todos a mesma altura, o que obrigava a um processo mais demorado, por ser necessária a movimentação da estrutura inferior da máquina para que os elétrodos ficassem em condições de soldar o arame. Através da solução desenvolvida e ilustrada na subsecção 4.5.1, na Figura 33, espera-se que a redução de tempo tome valores entre os 61% e os 70%, para um cenário pessimista e otimista, respetivamente, uma vez que a produção dos elétrodos e dos batentes necessários para a concretização da solução proposta será realizada já após a permanência da autora do presente trabalho na empresa.

Trabalhos Futuros

Passando a sugestões que poderão ajudar a unidade dos produtos intermédios a singrar um pouco mais numa maior eficiência e boas práticas, para além de todas as propostas desenvolvidas ao longo do período de dissertação, em que muitas delas não puderam ser implementadas, no entanto, o objetivo é que o sejam num futuro próximo, destacam-se as que se apresentam de seguida.

- Avaliação dos produtos relativos à família B (quantidades económicas de produção e *stocks* de segurança):

Tal como foi executado para os produtos da família A, determinar as quantidades económicas de produção e os *stocks* de segurança dos produtos da família B, ainda que não seja uma necessidade fazê-lo para todos eles, mas sim até àqueles em que a percentagem acumulativa da quantidade de saídas seja de 90%, permitiria perceber a porção de estantes que deve estar

associada a estes produtos, visto que, de acordo com os interesses da unidade, o armazenamento destes materiais é fundamental, devido às elevadas produções que se têm verificado. Por outro lado, auxiliará, mais uma vez, na realização do planeamento, pois os métodos utilizados possibilitam a determinação do intervalo de tempo entre lançamento de encomendas. Mesmo que exista um desvio entre a realidade e os modelos em questão, possuir um termo de comparação torna-se vantajoso, sabendo também que os *stocks* de segurança são definidos de maneira a que as flutuações existentes sejam cobridas.

- Criação de uma ferramenta para controlo de inventário

Não obstante, a ocorrência frequente de erros nos inventários realizados na unidade de produtos intermédios, sugere a necessidade de criação de uma folha colocada em cada setor de armazenagem e a ser preenchida pelos responsáveis dos armazéns, em que, cada vez que são retirados produtos dos seus locais de armazenamento para expedição, a referência dos mesmos e a respetiva quantidade tem, obrigatoriamente, de ser anotada. Na mesma folha, caso tenha existido necessidade de recorrer à quantidade definida como *stock* de segurança, deve ser igualmente registada essa mesma quantia de material que terá sido retirada deste *stock*.

- Avaliação intensiva de todos os equipamentos do setor do aramado

Durante a recolha dos tempos de *setup* para a determinação das quantidades económicas de produção dos produtos relativos à família A do setor em questão, constatou-se em vários equipamentos um elevado tempo despendido para a mudança de série, chegando em alguns deles a atingir 1 hora e 30 minutos. A existência de margem de melhoria é evidente e, por isso, deve ser aproveitada, melhorando assim a produção deste setor.

- Proceder à gestão dos armazéns de matéria-prima da unidade de produtos intermédios

Atualmente, a elevada quantidade de matéria-prima que chega à unidade de produtos intermédios tem sido uma das principais preocupações, devido à carência de espaço que se manifesta no armazém da mesma. Como já mencionado anteriormente neste trabalho, a zona de expedição do armazém de produto intermédio da metalomecânica é utilizada como local de armazenamento da matéria-prima que não tem lugar no seu armazém. Como tal, os procedimentos realizados neste projeto para a gestão dos armazéns de produto intermédio surgem como possíveis recursos para uma melhor organização do espaço da matéria-prima. Além disso, o armazenamento atual é feito ao nível do solo, isto é, não existem estantes que, à partida, tornariam possível rentabilizar uma percentagem razoável do espaço que é utilizado no solo e que passaria a ser aproveitado em altura.

Referências

- Brunaud, B., J.M. Laínez-Aguirre, J.M. Pinto, e I.E. Grossmann. 2019. «Inventory policies and safety stock optimization for supply chain planning». *AIChE Journal* 65 (1). <https://doi.org/10.1002/aic.16421>.
- Coimbra, E. 2013. *Kaizen in Logistics and Supply Chains*. McGraw-Hill Education. <https://books.google.pt/books?id=6Z93iZPYwAsC>.
- Courtois, Alain, Maurice Pillet, e Chantal Martin-Bonnefous. 2007. *Gestão da Produção*. Lisboa: LIDEL.
- Farizal, Y. Qaradhwai, C.I. Cornelis, e M. Dachyar. 2020. «Fast moving product demand forecasting model with multi linear regression». *AIP Conference Proceedings* 2227 (Maio). <https://doi.org/10.1063/5.0001031>.
- Filip, F.C., e V. Marascu-Klein. 2015. «The 5S lean method as a tool of industrial management performances». *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 95. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/95/1/012127>.
- Fricon - Cooling life. 2020. «Fricon - Quem somos». 2020. <https://www.fricon.pt/quem-somos/>.
- Gholami, H., N. Jamil, N. Zakuan, M.Z. Mat Saman, S. Sharif, S.R. Awang, e Z. Sulaiman. 2019. «Social Value Stream Mapping (Socio-VSM): Methodology to Societal Sustainability Visualization and Assessment in the Manufacturing System». *IEEE Access* 7. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2940957>.
- Hishamuddin, H., F.M. Mohamad Sobri, F.A. Nur Ghafar, e A.M. Noraida Darom. 2019. «A Recovery Model for an EPQ System subject to Supply Disruption with Consideration of Safety Stock». *2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*. <https://doi.org/10.1109/IEA.2019.8715204>.
- Korponai, J., A.B. Tóth, e B. Illés. 2017. «The effect of the safety stock on the occurrence probability of the stock shortage». *Management and Production Engineering Review* 8 (1). <https://doi.org/10.1515/mper-2017-0008>.
- Randhawa, J.S., e I.S. Ahuja. 2017. «5S - a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions». *International Journal of Quality & Reliability Management* 34 (3). <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>.
- Roşu, M. M., C. I. Tarbă, e C. Neagu. 2016. «Automated Decisional Model for Optimum Economic Order Quantity Determination Using Price Regressive Rates». Em *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 161. IOP Publishing, UK. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/161/1/012108>.
- Sudiarta, N., L. Gozali, I.A. Marie, e I.W. Sukania. 2020. «Comparison Study about Warehouse Layout from Some Paper Case Studies». *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 852. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012112>.

The Agility Group. sem data. «5S - The 5 Pillars of the Visual Workplace».

Tratar, L. F., e E. Strmčnik. 2019. «Forecasting methods in engineering». Em *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Vol. 657. IOP Publishing, UK. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/657/1/012027>.

Vasconcelos, Bernardo. 1991. «Gestão de Stocks».

ANEXO A: *Layout* atual dos armazéns de produto intermédio

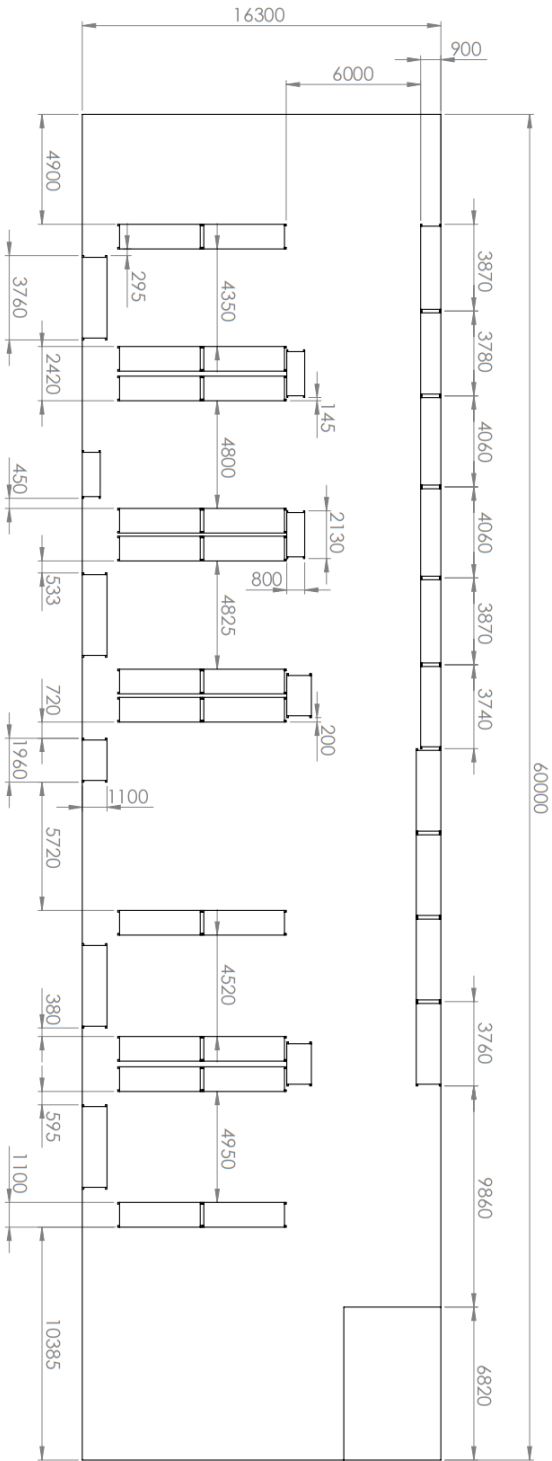


Figura A1 - Layout atual do armazém da metalomecânica (em ferramentas CAD)

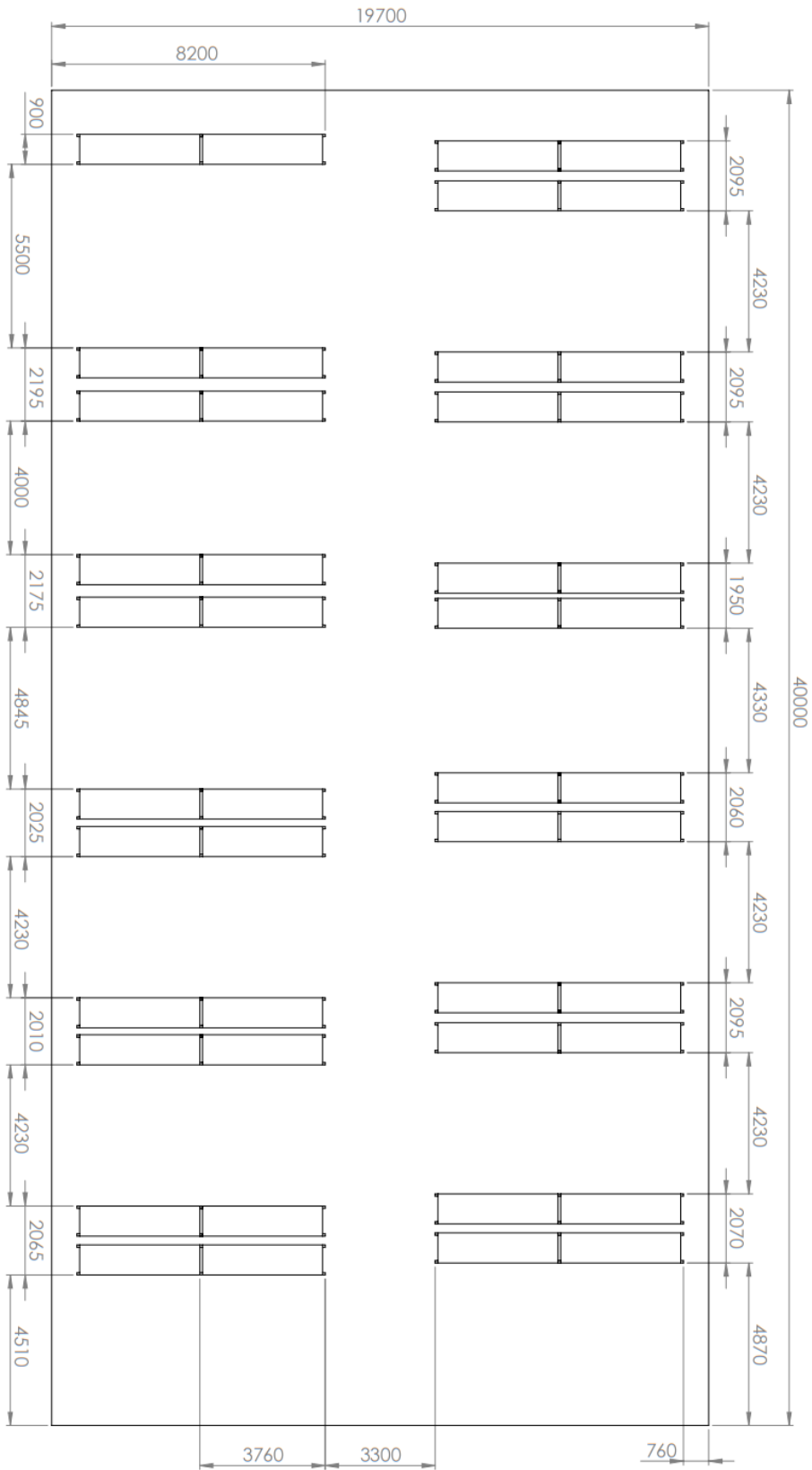


Figura A2 - Layout atual do armazém dos plásticos (em ferramentas CAD)

ANEXO B: Ferramenta *Excel* para a determinação das QEP e respetivo período entre lançamento de encomendas

ARAME/PINTURA								
	Quantidade anual	Procura anual	Custo unit. peça	Custo de posse	Custo de encomenda	QEP	T(anos)	T(dias)
513.0001	2964	2604	3,45	20%	3,37	160	0,06	14
513.0002	4516	4461	3,20	20%	3,37	217	0,05	11
513.0003	15906	15301	3,46	20%	3,94	417	0,03	6
513.0004	15396	14394	3,44	20%	3,94	406	0,03	7
513.0005	9400	8245	2,54	20%	2,63	292	0,04	8
513.0006	2938	2680	2,55	20%	1,58	129	0,05	11
513.0007	5399	5000	2,43	20%	2,11	208	0,04	10
513.0008	9597	8795	2,36	20%	2,63	313	0,04	8
513.0009	3040	2880	2,67	20%	2,10	150	0,05	12
513.0010	1404	1280	2,24	20%	0,52	55	0,04	10
513.0013	9896	9075	3,71	20%	7,92	440	0,05	11
513.0014	9256	8459	3,87	20%	7,92	416	0,05	12
513.0016	1478	1332	3,27	20%	3,95	127	0,10	22
513.0019	1440	1295	3,44	20%	3,95	122	0,09	22
513.0020	7196	6652	3,86	20%	5,15	298	0,04	10
513.0025	1341	1264	3,44	20%	5,23	139	0,11	26
513.0026	6878	6566	4,03	20%	7,90	359	0,05	13
513.0046	6691	6078	2,18	20%	4,70	362	0,06	14
513.0047	5185	4980	3,33	20%	17,14	506	0,10	24
513.0062	3001	2801	3,42	20%	3,94	180	0,06	15
513.0063	7201	6598	3,47	20%	3,94	274	0,04	10
513.0071	29004	28621	2,41	20%	2,63	558	0,02	5
513.0072	8106	7031	2,01	20%	2,62	303	0,04	10
513.0089	4617	4338	1,08	20%	1,28	227	0,05	12
513.0106	1116	1060	4,03	20%	4,45	108	0,10	24
513.0147	1500	1488	4,97	20%	7,14	146	0,10	23
513.0179	4020	3421	3,32	20%	12,69	361	0,11	25
513.0208	4912	4653	2,16	20%	4,70	318	0,07	16
513.0212	1440	1440	3,14	20%	3,84	133	0,09	22
513.0213	2856	2856	3,18	20%	4,53	202	0,07	17
513.0230	4245	4006	2,42	20%	6,21	321	0,08	19
513.0231	3838	3760	2,54	20%	7,07	323	0,09	20
513.0260	4867	4652	0,38	20%	4,86	770	0,17	39
513.0109	2075	2075	2,40	20%	2,11	135	0,07	15
513.0114	2031	1880	4,27	20%	3,66	127	0,07	16

Figura B1 - Quantidades económicas de produção e tempo entre lançamento de encomendas para o setor do aramado/pintura

(*) Dados referentes à quantidade anual (entradas em armazém) e à procura anual extraídos do sistema ERP da empresa.

ANEXO C: Ferramenta *Excel* para determinação e comparação dos stocks de segurança (95% e 99%)

Prazo de entrega

Risco de rotura

z equivalente

5%

1,65

2 semanas

Referências	SS ATUAL	SS TEÓRICO	%
515.0008	200	1045	422,5%
515.0015	2000	4010	100,5%
515.0036	550	1622	194,9%
515.0037	550	947	72,3%
515.0058		244	
515.0067		650	
515.0068	200	266	32,8%
515.0104	50	198	295,6%
515.0117	100	356	256,4%
515.0123	50	145	189,2%
515.0133	100	281	181,1%
515.0134	50	120	140,4%
515.0135	100	133	32,6%
515.0138	100	131	30,7%
515.0170	200	284	42,1%
515.0171	200	399	99,5%
515.0172	200	1051	425,4%
515.0173	200	334	67,0%
515.0174	500	646	29,1%
515.0185	400	466	16,6%
515.0186	400	320	-20,1%
515.0189	620	800	29,1%
515.0198	2000	3050	52,5%
515.0214		664	
515.0251		409	
515.0252	7500	11083	47,8%
515.0300	760	418	-45,0%
515.0343	500	299	-40,3%
515.0375		399	
515.0380		171	
515.0408		469	
515.0409		543	
515.0534		195	

Referências	SS ATUAL	SS TEÓRICO	%
513.0001	120	200	66,7%
513.0002	120	259	115,7%
513.0003	200	483	141,6%
513.0004	200	592	195,9%
513.0005	200	474	137,1%
513.0006	120	186	54,8%
513.0007	160	316	97,5%
513.0008	200	518	158,8%
513.0009	200	240	20,2%
513.0010	40	82	104,5%
513.0013	160	225	40,8%
513.0014	160	230	43,9%
513.0016	40	83	107,8%
513.0019	40	84	108,9%
513.0020	240	224	-6,6%
513.0025	40	87	116,9%
513.0026	240	221	-8,0%
513.0046	200	243	21,7%
513.0047	100	231	131,4%
513.0062	200	215	7,4%
513.0063	400	375	-6,3%
513.0071	200	843	321,6%
513.0072	200	317	58,5%
513.0089	100	327	227,2%
513.0106		118	
513.0147	60	106	76,6%
513.0179	50	204	308,6%
513.0208	100	210	110,3%
513.0212	60	96	60,5%
513.0213	120	168	39,7%
513.0230	40	173	331,9%
513.0231	40	166	315,6%
513.0260		212	

Referências	SS ATUAL	SS TEÓRICO	%
512.0092	500	406	-18,7%
512.0217	500	424	-15,3%
512.0262	305	218	-28,5%
512.0261	305	218	-28,5%
512.0284		202	
512.0285		202	
512.0099	200	92	-54,1%
512.0299		86	
512.0015	201	93	-53,8%
512.0094	55	40	-26,4%
512.0098		61	
512.0018	210	76	-63,7%
512.0205		66	
512.0016	210	84	-59,9%
512.0300		44	
512.0303		45	
512.0047		44	
512.0014		73	
512.0013	80	73	-8,2%
512.0283		98	
512.0282		98	
512.0146		146	
512.0263		111	
512.0280		55	
512.0189	120	32	-73,2%
512.0072		54	
512.0026		79	
512.0049		39	
512.0127		74	
512A.0005		71	

Referências	SS ATUAL	SS TEÓRICO	%
511.0016	5000	37441	648,8%
511.0971	4000	10471	161,8%
511.0250		14909	
511.0924		21232	
511.0854	5500	5732	4,2%
511.0851	500	6487	1197,4%
511.0105		13414	
511.0107		15167	
511.0103		13867	
511.0950	1500	12078	705,2%
511.0665		14880	
511.0043		9757	
511.0835		15917	
511.0896		14902	
511A.0050		7830	
511.0221		11801	
511.0248		6472	
511.0884		7148	
511.0458		8126	
511.0931		8275	
511.0521		8505	
511.0519		8175	
511.0268	2600	3460	33,1%
511.0021	1000	1515	51,5%
511.0009	2000	1460	-27,0%
511.0256	500	1121	124,3%
511.0507		2337	
511.0208		4421	
511.0514	2000	2399	20,0%
511.0231		2462	
511.0412	600	818	36,4%
511.0340		5931	
511.0987		3306	

Figura C1 - Stocks de segurança para um risco de rotura equivalente a 5%

Gestão de Armazéns na Unidade de Produtos Intermédios de uma Empresa de Frio e Congelação

Prazo de entrega	2 semanas								
Risco de rotura	1%								
z equivalente	2,33								

Referências	SS ATUAL	SS TEÓRICO	%
515.0008	200	1476	637,8%
515.0015	2000	5663	183,2%
515.0036	550	2291	316,5%
515.0037	550	1338	143,3%
515.0058		345	
515.0067		918	
515.0068	200	375	87,6%
515.0104	50	279	458,6%
515.0117	100	503	403,3%
515.0123	50	204	308,3%
515.0133	100	397	296,9%
515.0134	50	170	239,4%
515.0135	100	187	87,3%
515.0138	100	185	84,6%
515.0170	200	401	100,6%
515.0171	200	563	181,7%
515.0172	200	1484	641,9%
515.0173	200	472	135,9%
515.0174	500	912	82,4%
515.0185	400	659	64,7%
515.0186	400	451	12,9%
515.0189	620	1130	82,2%
515.0198	2000	4307	115,4%
515.0214		938	
515.0251		578	
515.0252	7500	15651	108,7%
515.0300	760	590	-22,3%
515.0343	500	422	-15,7%
515.0375		563	
515.0380		241	
515.0408		662	
515.0409		766	
515.0534		275	

Referências	SS ATUAL	SS TEÓRICO	%
513.0001	120	282	135,4%
513.0002	120	365	204,6%
513.0003	200	682	241,2%
513.0004	200	836	317,8%
513.0005	200	670	234,8%
513.0006	120	262	118,6%
513.0007	160	446	178,9%
513.0008	200	731	265,4%
513.0009	200	340	69,8%
513.0010	40	116	188,8%
513.0013	160	318	98,8%
513.0014	160	325	103,2%
513.0016	40	117	193,4%
513.0019	40	118	195,0%
513.0020	240	317	32,0%
513.0025	40	122	206,2%
513.0026	240	312	29,9%
513.0046	200	344	71,8%
513.0047	100	327	226,8%
513.0062	200	303	51,7%
513.0063	400	529	32,3%
513.0071	200	1191	495,3%
513.0072	200	448	123,8%
513.0089	100	462	362,1%
513.0106		167	
513.0147	60	150	149,4%
513.0179	50	288	477,0%
513.0208	100	297	197,0%
513.0212	60	136	126,6%
513.0213	120	237	97,2%
513.0230	40	244	509,9%
513.0231	40	235	486,8%
513.0260		299	

Referências	SS ATUAL	SS TEÓRICO	%
512.0092	500	574	14,8%
512.0217	500	598	19,7%
512.0262	305	308	1,0%
512.0261	305	308	1,0%
512.0284		286	
512.0285		286	
512.0099	200	130	-35,2%
512.0299		121	
512.0015	201	131	-34,8%
512.0094	55	57	3,9%
512.0098		86	
512.0018	210	108	-48,7%
512.0205		93	
512.0016	210	119	-43,4%
512.0300		62	
512.0303		64	
512.0047		62	
512.0014		104	
512.0013	80	104	29,7%
512.0283		139	
512.0282		139	
512.0146		207	
512.0263		156	
512.0280		77	
512.0189	120	45	-62,2%
512.0072		76	
512.0026		111	
512.0049		55	
512.0127		105	
512A.0005		100	

Referências	SS ATUAL	SS TEÓRICO	%
511.0016	5000	52872	957,4%
511.0971	4000	14786	269,7%
511.0250		21053	
511.0924		29982	
511.0854	5500	8095	47,2%
511.0851	500	9160	1732,1%
511.0105		18943	
511.0107		21418	
511.0103		19582	
511.0950	1500	17056	1037,0%
511.0665		21013	
511.0043		13778	
511.0835		22476	
511.0896		21044	
511A.0050		11056	
511.0221		16664	
511.0248		9139	
511.0884		10094	
511.0458		11475	
511.0931		11686	
511.0521		12010	
511.0519		11544	
511.0268	2600	4886	87,9%
511.0021	1000	2139	113,9%
511.0009	2000	2061	3,0%
511.0256	500	1583	216,7%
511.0507		3299	
511.0208		6243	
511.0514	2000	3388	69,4%
511.0231		3477	
511.0412	600	1155	92,6%
511.0340		8375	
511.0987		4668	

Figura C2 - Stocks de segurança para um risco de rotura equivalente a 1%

(*) De notar a falta de informação registada relativa aos *stocks* de segurança atuais.

ANEXO D: Ferramenta *Excel* que permite a comparação do espaço necessário para cada produto e o seu espaço atual

Referências	SS	QEP	TOTAL	Lote	Espaço necessário	Espaço atual
513.0001	200	160	360	120	3	4
513.0002	259	217	476	120	4	4
513.0003	483	695	1178	200	6	6
513.0004	592	580	1172	200	6	6
513.0005	474	365	839	200	4	8
513.0006	186	129	315	120	3	4
513.0007	316	208	524	160	3	4
513.0008	518	392	910	200	5	7
513.0009	240	150	391	160	2	4
513.0010	82	55	136	40	3	4
513.0013	225	440	666	80	8	6
513.0014	230	416	646	80	8	6
513.0016	83	127	210	40	5	3
513.0019	84	122	205	40	5	3
513.0020	224	298	522	80	7	7
513.0025	87	139	225	40	6	3
513.0026	221	359	580	80	7	7
513.0046	243	362	605	100	6	4
513.0047	231	506	738	100	7	2
513.0062	215	180	394	200	2	6
513.0063	375	274	648	200	3	6
513.0071	843	1120	1963	200	10	7
513.0072	317	303	620	200	3	7
513.0089	327	227	554	227	2	2
513.0106	118	108	226	100	2	2
513.0147	106	146	252	60	4	4
513.0179	204	361	566	100	6	2
513.0208	210	318	528	100	5	4
513.0212	96	133	229	60	4	4
513.0213	168	202	369	120	3	3
513.0230	173	321	494	80	6	6
513.0231	166	323	489	80	6	4
513.0260	212	770	982	500	2	2
513.0109	368	135	503	160	3	2
513.0114	147	127	274	100	3	3
513.0306	194	177	371	200	2	2
513.0307	170	162	332	200	2	2
513.0084	272	294	566	500	1	1
513.0303	100	191	291	100	3	4
					171	165

Figura D1 - Espaço necessário, em número de paletes, dos produtos do setor aramado/pintura (nível de serviço de 95%)

(*) Consoante o nível de serviço desejado, são retornados os valores correspondentes às variáveis SS, QEP, Total e Espaço necessário.

Referências	SS	QEP	TOTAL	Qt/caixa	Caixas	Caixas/paleta	Paletes
511.0016	37441	34453	71894	10500	6,8	30	0,2
511.0971	10471	10145	20616	4000	5,2	30	0,2
511.0250	14909	9300	24209	81	298,9	20	14,9
511.0924	21232	9378	30610	225	136,0	20	6,8
511.0854	5732	8592	14324	1400	10,2	42	0,2
511.0851	6487	5800	12287	2300	5,3	42	0,1
511.0105	13414	15693	29108	2500	11,6	20	0,6
511.0107	15167	7915	23082	2000	11,5	30	0,4
511.0103	13867	8743	22610	1250	18,1	42	0,4
511.0950	12078	25779	37857	30000	1,3		
511.0665	14880	15414	30294	130	233,0		
511.0043	9757	5700	15457	136	113,7	20	5,7
511.0835	15917	7061	22977	3500	6,6		
511.0896	14902	8361	23263	4000	5,8		
511A.0050	7830	1401	9231	150	61,5	20	3,1
511.0221	11801	6919	18720	1250	15,0	20	0,7
511.0248	6472	6046	12518	-	-	-	-
511.0884	7148	3550	10698	56	191,0	12	15,9
511.0458	8126	7978	16104	1050	15,3	20	0,8
511.0931	8275	5218	13494	650	20,8		
511.0521	8505	6277	14782				
511.0519	8175	6085	14259	1000	14,3	30	0,5
511.0268	3460	8203	11663	1000	11,7		
511.0021	1515	1976	3491	120	29,1	30	1,0
511.0009	1460	4732	6191	450	13,8	30	0,5
511.0256	1121	8663	9784	200	48,9		
511.0507	2337	5610	7946				
511.0208	4421	3558	7978	550	14,5		
511.0514	2399	5792	8192				
511.0231	2462	4528	6990				
511.0412	818	2419	3238	55	58,9	30	2,0
511.0340	5931	5605	11536				
511.0987	3306	3205	6510	150	43,4		
511.0518	1904	4005	5909	150	39,4		
511.0988	5040	2536	7576				
511.0017	2352	5270	7621	150	50,8		
511.0041	1644	6585	8229	4000	2,1	30	0,1
511.0005	1773	3147	4920	300	16,4	30	0,5
511.0263	393	3676	4068				
511.0465	1042	4902	5944				
511.0295	2472	5843	8315				
511.0347	731	1746	2477	500	5,0		
511.0220	1844	1118	2962	80	37,0	20	1,9

Figura D2 - Espaço necessário, em número de paletes, dos produtos do setor injeção/extrusão (nível de serviço de 95%)

(*) Espaços não preenchidos justificam-se pela falta de registo de informação ou pelo facto de existir variações nas quantidades.

ANEXO E: Proposta de *layout* do armazém de produto intermédio da metalomecânica (3D e 2D)

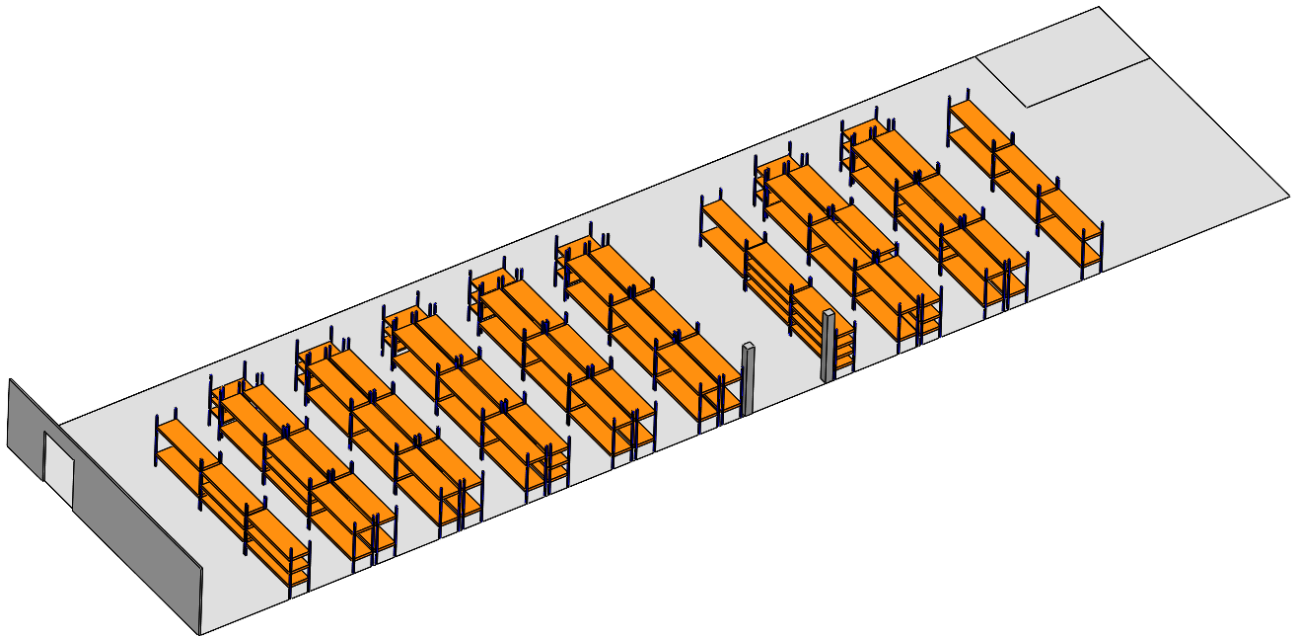


Figura E1 - Proposta de *layout* do armazém da metalomecânica (3D)

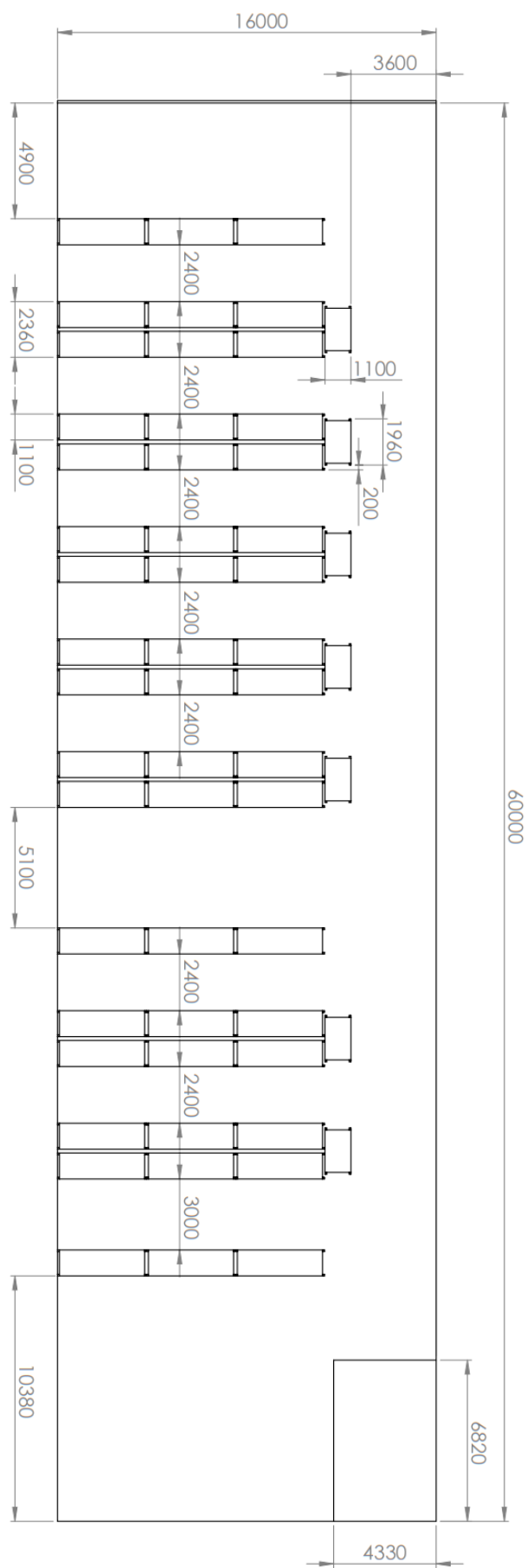


Figura E2 - Proposta de *layout* do armazém da metalomecânica (2D)

ANEXO F: Proposta de layout do armazém de produto intermédio dos plásticos (3D e 2D)

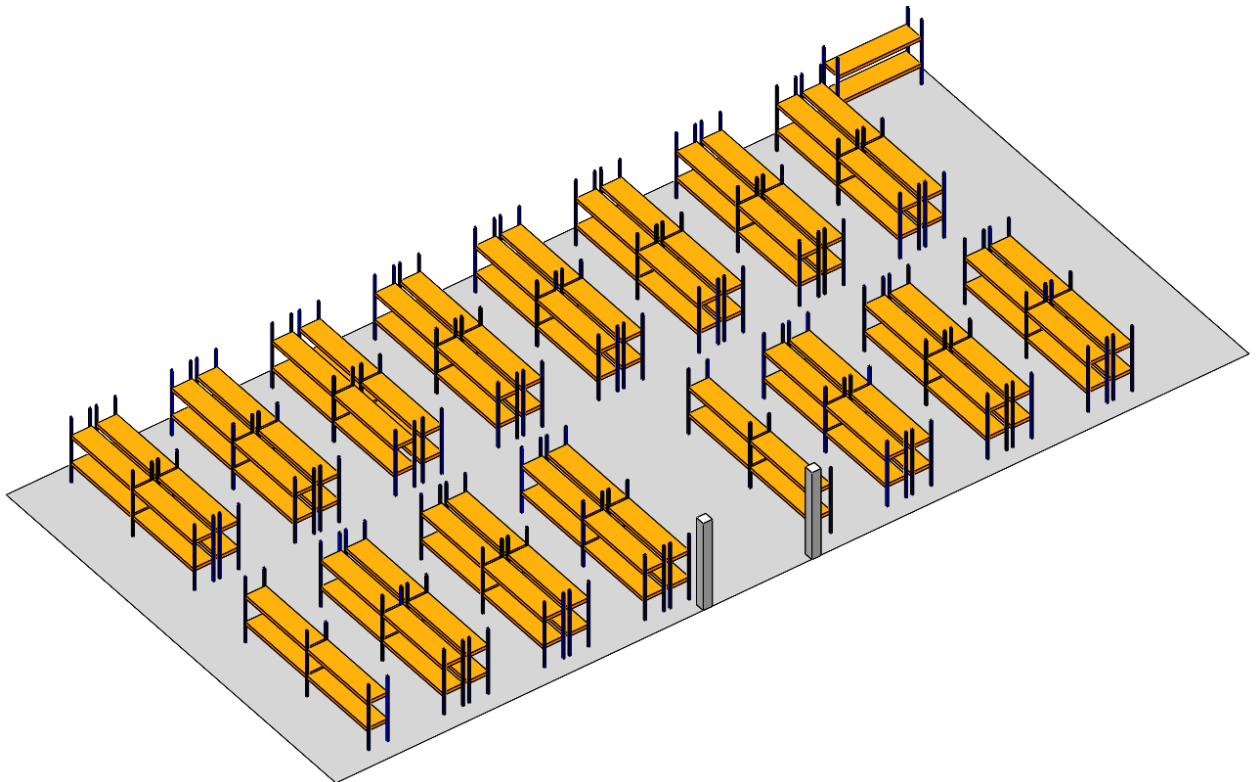


Figura F1 - Proposta de *layout* do armazém dos plásticos (3D)

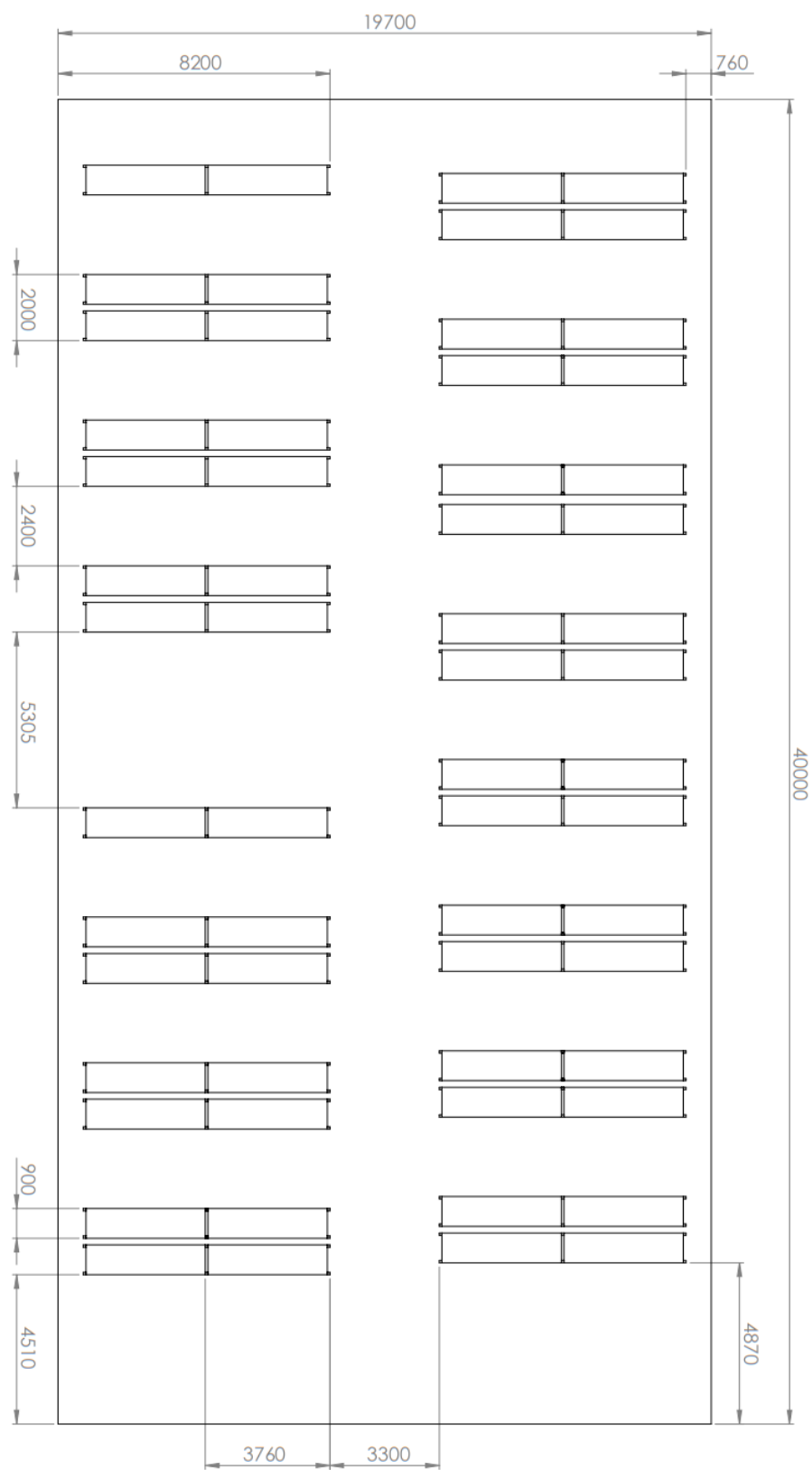


Figura F2 - Proposta de *layout* do armazém dos plásticos (2D)