



OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DE ARMAZÉNS FÍSICOS E VIRTUAIS

BERNARDO DA COSTA GOMES E GOMES PEREIRA

novembro de 2022

OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DE ARMAZÉNS FÍSICOS E VIRTUAIS

Bernardo da Costa Gomes e Gomes Pereira
1160605

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DE ARMAZÉNS FÍSICOS E VIRTUAIS

Bernardo da Costa Gomes e Gomes Pereira

1160605

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Doutor Francisco José Gomes da Silva e do Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho.

2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Doutor Arnaldo Guedes Pinto

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutor Francisco José Gomes da Silva

Professor Coordenador com Agregação, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Coorientador

Doutor Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutor João Carlos de Oliveira Matias

Professor Catedrático, Universidade de Aveiro

PALAVRAS-CHAVE

Logística, Armazém, Otimização, *Lean*, *Layout*.

RESUMO

Com o aumento exponencial da globalização em praticamente todos os setores industriais, a logística tornou-se uma das vertentes com maior peso na competitividade das empresas. Para uma empresa como a ADIRA, tanto a utilização de materiais provenientes de parceiros internacionais como a capacidade de comercializar os seus produtos a nível global são essenciais para garantir a viabilidade do negócio. Apesar disto, existiam várias oportunidades de melhoria no sistema logístico da empresa. Aproveitando a necessidade de transferir o armazém da empresa para uma nova localização, foram realizadas várias ações de análise e melhoria a diversas áreas do processo logístico.

O trabalho realizado na empresa, que serviu como base para a elaboração desta dissertação, pode ser dividido em três subcapítulos: processo de receção de material, fluxo de material dentro da empresa e mudança do armazém físico, com destaque para a elaboração de um novo *layout*.

Relativamente ao processo de receção, os principais problemas eram claramente a falta de espaço para a alocação de novas referências e o tempo de receção demasiado elevado. À altura da conclusão deste documento, o número de referências por localizar desceu de 341 (valor registado no início do estágio) para 45 artigos e o tempo médio (em dias) que o material demorava a ser rececionado desceu de cerca de 0,55 dias (setembro e outubro de 2021) para menos de 0,1 dias (desde janeiro até maio de 2022).

Relativamente ao fluxo de materiais a nível interno na empresa, os principais tópicos abordados foram o processo de abastecimento, o transporte de blindagens e o armazenamento de material de grandes dimensões. Com a exceção do transporte de blindagens, foram estudadas (e algumas posteriormente implementadas) várias medidas que permitiram eliminar (no caso do abastecimento) ou reduzir significativamente (material de grandes dimensões) os problemas identificados.

Finalmente, relativamente ao projeto de um novo *layout* para o armazém, os principais desafios foram a redução da área e a geometria do novo espaço. Foi realizado um abate de várias referências consideradas obsoletas, o que permitiu criar o espaço para o armazenamento do material necessário. O novo *layout*, através de uma alocação de artigos por rotatividade, permitiu diminuir significativamente as distâncias percorridas

KEYWORDS

Logistics, Warehouse, Optimization, *Lean*, Layout

ABSTRACT

With the exponential growth of globalization in almost all industrial sectors, logistics have become one of the most important sectors for a company's level of competitiveness. For a company like ADIRA, both the use of international suppliers and the ability to sell their products on a global level are essential to assure the viability of the business model. With this concept in mind, there were many opportunities for improvement regarding the company's logistical system. Since the warehouse was due to being moved to a new location, several actions of both analysis and improvement were made, impacting multiple areas of the company's logistic system.

The work realized during the internship in ADIRA, which is the basis for this thesis, can be divided in three sub-chapters: the material reception process, the internal flow of material and the conception of the new warehouse.

Regarding the material reception process, the main problems were the lack of space available to register new references and the high reception times. As of the conclusion of this very document, the number of references without a standard location in the warehouse decreased, from 341 to 45. In terms of the process's time, this also decreased, from an average of 0,55 days (in September and October 2021) to under 0,1 days (in the period from January to May 2022).

When it comes to the material flow, the main topics where as follows: the process of delivering the materials from the warehouse to the assembly cells, the transportation of the machine's exterior sheet metal paneling and finally the allocation of very large items. Excluding the transportation of the exterior panels, several actions where studied, discussed and (in some cases) implemented, resulting in the elimination of the problems regarding the delivery of materials and reducing drastically the limitations in terms of large item storage.

Lastly, the main points regarding the conception of the new warehouse where the reduction of available space and the irregular geometry of the new space. In order to comply with these restrictions, a deep analysis and removal of obsolete items took place, allowing the allocation of all essential material. Using this opportunity to redesign and improve the allocation of items, a turnover analysis was made which resulted on an allocation by planed usage. This ended up considerably reducing the traveled distances.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

<i>CAD</i>	<i>Computer-aided design</i> (desenho assistido por computador)
<i>CAM</i>	<i>Computer-aided manufacturing</i> (fabrico assistido por computador)
<i>BOM</i>	<i>Bill of Materials</i> (lista de materiais)
<i>WMS</i>	<i>Warehouse management system</i> (sistema de gestão de armazéns)
<i>PDA</i>	<i>Personal digital assistant</i> (assistente digital pessoal)
<i>FIFO</i>	<i>First in, first out</i> (primeiro a entrar, primeiro a sair)

Lista de Unidades

<i>m</i>	Metro
<i>mm</i>	Milímetro
<i>m²</i>	Metro quadrado

GLOSSÁRIO DE TERMOS

<i>Layout</i>	Planta
<i>Just in time</i>	Método de gestão de inventário em que o material apenas é fornecido quando necessário
<i>Filosofia lean</i>	Filosofia focada na eliminação de desperdício de um dado processo.
<i>Kaizen</i>	Filosofia baseada na melhoria contínua
<i>QR Code</i>	Código QR
<i>Feedback</i>	Informação que o emissor obtém da reação do recetor à sua mensagem, e que serve para avaliar os resultados da transmissão.
<i>Refresh</i>	Recarregar
<i>Performance</i>	Desempenho
<i>Checklist</i>	Lista de Controlo
<i>Slot</i>	Espaço
<i>Stand By</i>	Modo de espera
<i>Lead Times</i>	Tempo de fornecimento
<i>Dashboard</i>	Painel visual que apresenta um conjunto de indicadores

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Metodologia de investigação Action – Research	4
Figura 2 - Layout convencional (esquerda) e Fishbone (direita) (Freitas A. M., 2018)	17
Figura 3 – Carro de Armazém	27
Figura 4 - Tipo de Caixas em Armazém	28
Figura 5 - Etiquetas de Identificação em Estante	28
Figura 6 - Cantilever	29
Figura 7 - Estante Inclinada	29
Figura 8 - Estante para Paletes	29
Figura 9 - Carro de Abastecimento	30
Figura 10 - Instalações da ADIRA	31
Figura 11 - Fluxograma do Processo de Receção	39
Figura 12 - Dispositivo Móvel	48
Figura 13 - Ficheiro de Remoção de Caixas	50
Figura 14 - Compartimentos do Carro de Abastecimento.....	51
Figura 15 - Gráfico Comparativo do Número de Referências por Localizar	54
Figura 16 - Carro de Artigos Sem Localização.....	55
Figura 17 - Gráfico de Número de Posições Livres	55
Figura 18 - Gráfico do Tempo Médio de Receção	56
Figura 19 - Esquema de Processos Para as Blindagens	63
Figura 20 - Kit de Blindagens	65
Figura 21 - Carro de Transporte de Blindagens	65
Figura 22 - Posicionamento das Estantes	70
Figura 23 - Localização das Boxes de Montagem Especiais	70
Figura 24 - Análise de Material por Máquina	72
Figura 25 - Análise Atualizada de Referências	73
Figura 26 - Demonstração de Resultados da Análise	73
Figura 27 - Exemplo da Análise Dimensional.....	74

Figura 28 - Estante para Material Standard	75
Figura 29 - Projeto <i>Afric Light</i>	76
Figura 30 - Estante Máquinas Especiais.....	76
Figura 31 - Parque de Carros de Abastecimento	77
Figura 32 - Gráfico de Arrumação de Paletes	78
Figura 33 - Esquematização da Mudança de Localização do Armazém	83
Figura 34 - <i>Layout</i> do Armazém Antigo	84
Figura 35 - Demonstração do <i>Picking</i> Bilateral.....	85
Figura 36 - Esquema de Alocação de Material - Armazém Antigo	86
Figura 37 - Exemplo de VLM (www.modula.eu).....	89
Figura 38 - Exemplo de VLM (www.ssi-schaefer.com)	89
Figura 39 - <i>Layout</i> V1.....	92
Figura 40 - <i>Layout</i> V2.....	92
Figura 41 - <i>Layout</i> V3.....	93
Figura 42 - <i>Layout</i> V4.....	93
Figura 43 - <i>Layout</i> "Horizontal"	94
Figura 44 - <i>Layout</i> Final	95
Figura 45 - Esquema de Remoção de Estantes.....	100
Figura 46 - Esquema de Alocação de Estantes	101
Figura 47 - Esquema de Alocação de Referências Agrupadas por Rotatividade	102
Figura 48 - Esquema do <i>Layout</i> Final com Indicação do Acondicionamento	102
Figura 49 - Esquema do Método de Transferência de Material.....	104
Figura 50 - Exemplo de Marcações (1)	105
Figura 51 - Exemplo de Marcações (2)	105
Figura 52 - Distribuição de Referências <i>Layout</i> Antigo.....	107
Figura 53 - Distribuição de Referências <i>Layout</i> Novo.....	107
Figura 54 - Exemplo de Medição de Distâncias	108
Figura 55 - Exemplo de Medição de Distância do Precurso	108

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Definições de cadeia logística e gestão de cadeias logísticas	9
Tabela 2 - Diferentes abordagens à gestão de cadeias logísticas	12
Tabela 3 - Trabalhos consultados no âmbito da elaboração de <i>layouts</i>	18
Tabela 4 - Trabalhos Consultados sobre Otimização de Armazéns	19
Tabela 5 - Produtos produzidos pela empresa	24
Tabela 6 - Identificação de Problema/Áreas a Melhorar	40
Tabela 7 - Avaliação de Soluções Apresentadas	44
Tabela 8 - Problemas e Possíveis Soluções	64
Tabela 9 - Análise de Soluções Apresentadas	66
Tabela 10 - Dimensões e Tipologia de Material por Nível	75
Tabela 11 - Caracterização das Estantes do Armazém	84
Tabela 12 - Análise de Possíveis Soluções	87
Tabela 13 - Análise de Referências Obsoletas	99
Tabela 14 - Distribuição de Referências (Armazém Antigo e Novo)	106
Tabela 15 - Apresentação de Resultados	109
Tabela 16 - Resultados	116

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	3
1.1	Contextualização.....	3
1.2	Objetivos	3
1.3	Metodologia.....	4
1.4	Local/Empresa de acolhimento	5
1.5	Estrutura do relatório	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1	Gestão de Cadeias Logísticas	9
2.1.1	Evolução da gestão de cadeias logísticas.....	10
2.1.2	Abordagens à gestão de cadeias logísticas.....	12
2.2	Armazéns	14
2.2.1	Atividades na armazenagem.....	15
2.2.1.1	Receção	15
2.2.1.2	<i>Put-away</i>	15
2.2.1.3	Armazenagem	15
2.2.1.4	<i>Order Picking</i>	16
2.2.1.5	Expedição	16
2.2.2	<i>Layout</i> de armazéns.....	16
2.2.3	Otimização de armazéns.....	19
3	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA/PROCESSO E PROBLEMA	23
3.1	Caracterização da Empresa.....	23
3.1.1	Produtos.....	23
3.2	Caracterização do Processo	26

3.3	Caracterização do Problema	30
4	PROBLEMA DE RECEÇÃO	37
4.1	Diagnóstico da situação inicial	37
4.1.1	Formulação de Possíveis Soluções.....	40
4.1.2	Análise Crítica das Soluções.....	43
4.1.3	Soluções Seleccionadas para implementação.....	45
4.2	Implementação e Resultados.....	46
4.2.1	Planeamento da Implementação.....	46
4.2.2	Implementação	47
4.2.3	Recolha de Resultados.....	52
4.2.4	Análise Crítica dos Resultados	56
5	FLUXO LOGÍSTICO	61
5.1	Diagnóstico da situação inicial	61
5.1.1	Formulação de Possíveis Soluções.....	64
5.1.2	Análise Crítica das Soluções.....	66
5.1.3	Soluções Seleccionadas para implementação.....	69
5.2	Implementação e Resultados.....	71
5.2.1	Planeamento da Implementação.....	71
5.2.2	Implementação	74
5.2.3	Recolha de Resultados.....	77
5.2.4	Análise Crítica dos Resultados	78
6	PROJEÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO <i>LAYOUT</i> DO ARMAZÉM.....	83
6.1	Diagnóstico da Situação Inicial.....	83
6.1.1	Formulação de Possíveis Soluções.....	87
6.1.2	Análise Crítica das Soluções.....	89
6.1.3	Soluções Seleccionadas para implementação.....	91
6.2	Implementação e Resultados.....	96

6.2.1	Planeamento da Implementação.....	96
6.2.2	Implementação.....	103
6.2.3	Recolha de Resultados.....	105
6.2.4	Análise Crítica dos Resultados.....	109
7	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS.....	115
7.1	Conclusões.....	115
7.2	Propostas de trabalhos futuros.....	119
8	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	123

INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

1.2 Objetivos

1.3 Metodologia

1.4 Local/Empresa de acolhimento

1.5 Estrutura do relatório

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O presente relatório foi elaborado no âmbito de um estágio curricular e tem como tema a otimização e gestão de armazéns físicos e virtuais, tendo sido realizado na empresa ADIRA.

Com o aumento exponencial da globalização do mercado mundial, aumentou também o nível de exigência dos clientes, tanto em termos de procura, como de prazos de entrega. Atualmente, as cadeias de abastecimento globais permitem que produtos com as mais variadas origens sejam comercializados nos quatro cantos do mundo, por via física ou *online*, e muitas vezes, com prazos de entrega que seriam impensáveis há 20 ou 30 anos atrás. Tendo em conta esta enorme pressão por parte do mercado, não é de estranhar que cada vez mais a logística seja vista como uma componente crítica das empresas modernas. Os processos envolvidos para o planeamento, transporte e gestão de bens, informação e serviços vão ter um impacto a todo o nível nas cadeias de abastecimento, e principalmente nos níveis de satisfação dos clientes.

Na ADIRA, uma empresa especializada no desenvolvimento e produção de máquinas para o corte e conformação de metal, a complexidade do produto final implica uma extensa lista de materiais que, por sua vez, vai originar um grande número de fornecedores. A gestão destes fornecedores, tanto a nível de entregas como a nível de armazenamento do material, sempre foi um dos grandes desafios da empresa, visto que fatores como atrasos/replaneamentos na produção, atrasos/erros na entrega de material por parte dos fornecedores, ou erros na geração de encomendas, podem impor alterações irremediáveis a todo o processo, levando a atrasos para o cliente final. A ADIRA quis aproveitar uma fase em que se deu a mudança do armazém para uma nova localização de não só redefinir o *layout* deste (com o intuito de otimizar o fluxo de materiais), mas também otimizar os processos de entrada e saída de material de e para o armazém.

1.2 Objetivos

O principal objetivo do trabalho realizado foi a otimização das operações e processos logísticos, apostando sobretudo na automatização e digitalização. Os objetivos podem ser divididos em três subcapítulos, sendo estes:

- Otimizar o processo de recepção de material;
- Otimizar o fluxo de material do armazém para os postos de fabricação;
- Redesenhar o layout do armazém.

É esperado que com estas três áreas de trabalho seja possível não só reduzir o *stock* em curso e reduzir as roturas de *stock*, mas também aumentar a eficiência das atividades de logística interna de forma geral.

1.3 Metodologia

Tendo em conta a importância da fase inicial da dissertação, nomeadamente a revisão bibliográfica, foi adotada a metodologia *Action - Research*. Este método é caracterizado pela constante reflexão crítica e (se necessário) correção da pesquisa realizada num dado assunto, de forma a garantir a veracidade e relevância de toda a informação a ser recolhida para uso neste trabalho. Um esquema representativo deste método pode ser visto na figura abaixo:

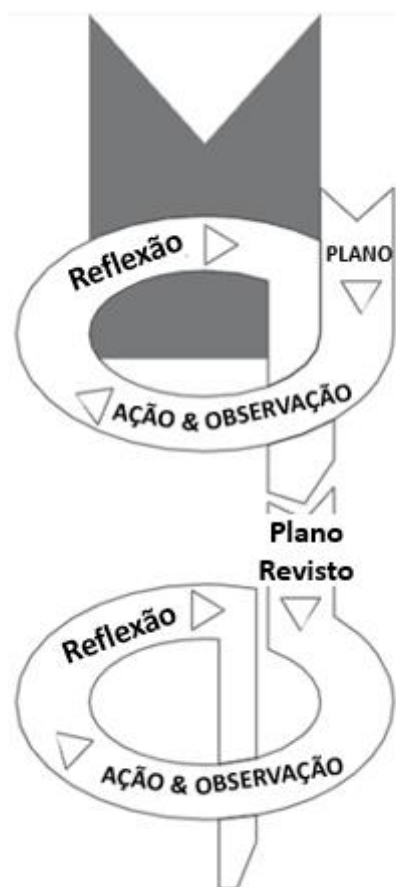


Figura 1 – Metodologia de investigação Action – Research

A aplicação desta metodologia pode ser vista na estrutura dos capítulos 4, 5 e 6. Em todos estes foi inicialmente feito um levantamento de problemas, seguido de uma primeira fase de projeto de soluções. Estas eram discutidas, em alguns casos parcialmente implementadas, e novamente analisadas. Depois desta primeira fase seguia-se então a seleção das soluções a implementar, assim como a implementação das mesmas. Após a implementação, foi sempre realizado um levantamento de resultados e uma posterior análise destes. Ainda foram revistas todas as medidas e comparados os objetivos com os resultados esperados com os obtidos, sendo, por fim, selecionadas as medidas a manter e as medidas a serem descontinuadas.

1.4 Local/Empresa de acolhimento

O trabalho que deu lugar ao presente relatório foi realizado através de um estágio curricular que decorreu na empresa ADIRA (parte do grupo Sonae Capital), sediada no parque industrial de Canelas, Vila Nova de Gaia. Como referido anteriormente, a empresa especializa-se no projeto e produção de máquinas de corte e conformação de chapa de aço, nomeadamente quinadoras, guilhotinas e prensas. A empresa também comercializa máquinas de corte a *laser*, mas estas não são de fabrico próprio (no passado, a ADIRA produzia máquinas de corte a *laser*, sendo atualmente apenas um distribuidor).

1.5 Estrutura do relatório

O relatório aqui apresentado está dividido em sete capítulos: o primeiro, a introdução, contém a contextualização do trabalho, assim como os objetivos deste, os métodos utilizados para a elaboração do mesmo e finalmente uma breve apresentação da empresa onde foi realizado o estágio curricular. O segundo capítulo destina-se à pesquisa e revisão bibliográfica, onde são aprofundados os temas fundamentais que sustentaram a elaboração da dissertação. O terceiro capítulo faz uma introdução mais aprofundada da empresa onde o trabalho foi realizado, uma caracterização dos processos e dos problemas encontrados, expostos de forma mais geral. O quarto capítulo é relativo ao processo de receção de material em armazém, incluindo o diagnóstico da situação inicial, seleção de medidas, implementação e análise de resultados. O quinto e sexto capítulos correspondem ao trabalho realizado sobre os temas do fluxo logístico e projeção e otimização do *layout* do armazém, seguindo uma estrutura semelhante ao quarto capítulo. Finalmente, o sétimo capítulo está reservado para a discussão e avaliação de todo o trabalho realizado, assim como a exposição das conclusões retiradas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gestão de Cadeias Logísticas

2.2 Armazéns

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gestão de Cadeias Logísticas

Gestão de cadeias logísticas, também referida como gestão de cadeias de abastecimento (do inglês *supply chain management*), é um conceito extremamente importante em qualquer empresa, independentemente do setor em que se insira.

Como nota (Hugos, 2003), Napoleão em tempos afirmou que “Um exército marcha sob o estômago”, reforçando a ideia de que estratégia e planejamento nunca serão suficientes se não for garantido o fornecimento de todos os bens necessários para o funcionamento de um determinado sistema, neste caso um exército.

Tratando-se de um tema extremamente abrangente, vários trabalhos foram consultados de forma a reunir múltiplas definições de cadeia logística e gestão de cadeias logísticas. Estas definições encontram-se expostas na Tabela 1.

Tabela 1 - Definições de cadeia logística e gestão de cadeias logísticas

Autores	Definição
(Ayers, 2001)	Define cadeia logística como os processos de ciclo de vida que abrangem fluxos físicos, financeiros, de informação e de conhecimento, cujo propósito é satisfazer um cliente final recorrendo a produtos e serviços provenientes de vários fornecedores.
(Lambert, Stock, & Ellram, 1998)	Uma cadeia logística é a colaboração de várias empresas que permite a chegada de produtos e serviços ao mercado.
(Chopra & Meindl, 2001)	A cadeia logística consiste em todas as etapas envolvidas, direta ou indiretamente, no cumprimento dos requisitos de um cliente. A cadeia logística não inclui apenas produtores e fornecedores, mas também transportadores, armazéns, vendedores e os clientes em si.
(Ganeshman & Harrison, 1995)	Os autores definem cadeia logística como a rede de instalações e opções de distribuição que realizam as ações de

recolha de materiais, transformação desses mesmos materiais em produtos intermédios e, posteriormente, produtos finais e a distribuição destes produtos para os clientes finais.

(Mentzer, et al., 2001) Neste trabalho, a gestão de cadeias logísticas é definida como a sistemática e estratégica coordenação das funções tradicionais, não só de um negócio particular, mas também de todos os elementos de uma cadeia logística, com o objetivo de melhorar não só cada um dos elementos constituintes da cadeia, mas também a cadeia como um todo.

(Lambert, Stock, & Ellram, 1998) notam também que, segundo o *Council of Logistics Management*, a gestão de cadeias logísticas é o processo de planear, implementar e controlar o eficaz e eficiente fluxo e armazenamento de bens, serviços e informação relacionada desde o ponto de origem até ao ponto de consumo, com o objetivo de cumprir com os requisitos do cliente. Apesar de não existir grande variação entre as várias definições apresentadas, para efeitos do presente trabalho irá ser utilizada esta última para definir cadeia de abastecimento logístico. É importante também referir que apesar de existirem semelhanças, “logística” e “gestão de cadeias logísticas” são dois conceitos distintos. (Hugos, 2003) estabelece que a diferença entre os conceitos é o facto de “logística” normalmente se referir a atividades que ocorrem dentro de uma dada empresa, enquanto “cadeia logística” engloba a rede de empresas que trabalham em conjunto de forma a lançar um produto no mercado. O mesmo autor acrescenta ainda que, enquanto a logística se foca em atividades como compras, distribuição, manutenção e gestão de inventário, a gestão de cadeias logísticas inclui também atividades como *marketing*, desenvolvimento de novos produtos, finanças e apoio ao cliente.

2.1.1 Evolução da gestão de cadeias logísticas

Apesar da importância óbvia da componente logística em qualquer negócio, (Walters, 2003) afirma que historicamente, as organizações focavam todos os seus esforços na produção de bens e colocavam muito pouco esforço na componente da movimentação de materiais. (Lambert, Stock, & Ellram, 1998) mencionam que, apesar das atividades logísticas existirem há milhares de anos, o seu aparecimento coincidiu com o aparecimento das primeiras formas de comércio organizado. No entanto, o estudo desta área apenas começou a ganhar atenção no início do século 20, com a distribuição de produtos agrícolas. Os mesmos autores reforçam que o desenvolvimento da logística a nível industrial está ligado ao desenvolvimento da logística militar, indicando que foi

após a segunda guerra mundial que a logística começou a receber maior reconhecimento e ênfase, tendo os primeiros trabalhos dedicados à logística começado a aparecer no início dos anos 60.

(Walters, 2003) apresenta ainda que, para além das motivações económicas para o melhoramento da gestão de cadeias logísticas, existem vários outros fatores que aceleraram a evolução desta área, tal como está descrito seguidamente:

- Atualmente, os clientes têm mais conhecimentos e exigem melhor qualidade, menores custos e melhores serviços;
- A competitividade empresarial é cada vez mais feroz, forçando as organizações a procurar todas as oportunidades de ganhar possíveis vantagens;
- A dinâmica de poder nas cadeias de abastecimento mudou, sendo que agora as grandes cadeias retalhistas exigem estratégias logísticas personalizadas da parte dos seus fornecedores;
- Outras mudanças na forma como as empresas vendem os seus produtos, incluindo horários de 24 horas, entregas ao domicílio, centros comerciais fora das grandes cidades e vendas por telefone e online;
- O crescimento do comércio internacional;
- A introdução de novas formas de operar por parte das empresas, como por exemplo o aumento da implementação de práticas como o just in time, filosofia lean, operações virtuais, entre outros;
- O facto de algumas organizações estarem a deixar a ideia de se focarem no produto final para a ideia de se focarem nos processos, o que se traduz numa tendência de melhorar os mesmos, estando a logística incluída;
- Os avanços feitos na área das comunicações, que permitem a codificação de artigos, e-commerce, sistemas de partilha de conhecimento, entre outros novos processos.
- Existe uma tendência cada vez maior das empresas formarem parcerias ou alianças, sendo que esta integração é relevante para a logística, visto esta ser o principal elo de ligação entre empresas numa cadeia de abastecimento;
- As empresas estão cada vez mais a subcontratar atividades periféricas de modo a concentrar esforços nas suas atividades chave, sendo a logística uma área atrativa para ser gerida por outras organizações especializadas que oferecem um maior leque de serviços;
- Os gestores e diretores das empresas reconhecem cada vez mais a importância das cadeias logísticas;
- As atitudes relacionadas com os transportes estão a mudar: existe um aumento da congestão nas estradas, é dada uma maior importância a assuntos como a poluição e a qualidade do ar, novas políticas governamentais que vão influenciar o custo real do transporte rodoviário, entre variados outros tópicos.

2.1.2 Abordagens à gestão de cadeias logísticas

Algo que ficou claro durante a pesquisa realizada sobre este tópico foi o facto de existir um grande número de formas de abordar a gestão de cadeias logísticas. (Ayers, 2001) salienta que não existem abordagens corretas ou erradas, visto que o que pode funcionar num caso não irá necessariamente gerar resultados positivos noutro, notando o autor que a existência de pontos de vistas diferentes é algo positivo e natural tendo em conta o quanto as situações variam de empresa para empresa. (Ayers, 2001), no entanto, considera que atualmente existem “fações” constituídas por gestores que partilham a mesma ideia geral, sendo estas definidas na Tabela 2.

Tabela 2 - Diferentes abordagens à gestão de cadeias logísticas

Foco	Definição
Funcional	A abordagem funcional pode ser considerada como a “abordagem base”, sendo que é assumido que a maioria das empresas já implementa esta perspetiva. Segundo este ponto de vista, as empresas são constituídas por um grupo de departamentos individuais (por exemplo, no caso da área industrial, estes poderiam ser: compras, produção, engenharia e distribuição). Neste caso, cada departamento tem os seus objetivos e focos individuais, sendo a ligação entre departamentos fraca, e entre empresas da cadeia de abastecimento quase nula.
Compras	Normalmente, o foco funcional é abandonado com a implementação de esforços para reduzir o custo de materiais, sendo que este na maioria das empresas industriais é a maior componente dos custos totais. Este foco normalmente culmina na implementação de programas como a redução de fornecedores e a gestão de inventário por parte destes, promovendo uma aproximação com os fornecedores.
Logística	Enquanto o foco nas compras tem impactos a montante da cadeia de abastecimento, o foco na logística irá incidir a jusante desta, normalmente implementando programas como a modelação e automatização de armazéns, centros de distribuição e redes de transporte, com o intuito de reduzir custos.

Informação	<p>O principal objetivo nesta abordagem é a melhoria da comunicação, não só a nível da empresa, mas também a nível de toda a cadeia logística. Este foco implica a implementação de programas informáticos numa tentativa de reduzir ao mínimo a necessidade de basear o processo em previsões, sendo que a implementação destes sistemas não só requer um grande investimento económico, de recursos humanos e de tempo, como muitas vezes tira o foco da melhoria dos processos em si.</p>
Business Process Reengineering (BPR)	<p>Este ponto de vista implica uma reestruturação radical dos processos, de forma a eliminar desperdícios e melhorar a qualidade. Muitos autores consideram o BPR como ultrapassado, visto este ser muitas vezes associado com redução de pessoal e <i>lay-offs</i>. No entanto, o conceito base é algo atual e que se alia ao método <i>six sigma</i>, prevendo o autor que o BRP será cada vez mais comum nas empresas.</p>
Estratégico	<p>O último foco apresentado considera o desenvolvimento de cadeias logísticas como parte integral das estratégia para competir no mercado. Isto implica que o foco não é só no produto final, mas também em todas as operações logísticas que permitem a disponibilização do produto no mercado. Posto isto, as relações com fornecedores, a componente logística e sistemas de informação têm como objetivo a satisfação do cliente. Os custos, apesar de importantes, não são a prioridade.</p>

Independentemente da filosofia escolhida para a gestão de cadeias de abastecimento, tanto (Hugos, 2003) como (Walters, 2003) identificam que as decisões a tomar no âmbito da gestão de cadeias logísticas se enquadram em quatro (Walters, 2003) ou cinco (Hugos, 2003) áreas principais, sendo estas, por ordem aleatória:

- **Produção** - Decisões que respondam às perguntas “O que produzir?”, “Quanto produzir?” e “Como produzir?”. Esta atividade inclui a criação de um planeamento mestre da produção, que tenha em consideração a capacidade de produção da empresa, cargas de trabalho, controlo da qualidade e manutenção do equipamento.
- **Inventário** – Foco no estabelecimento dos níveis ideais de inventário, de modo a assegurar as quantidades mínimas em períodos de procura ou fornecimento

irregulares, mas ao mesmo reduzir ao máximo os custos relacionados com inventário, visto estes poderem chegar a 40% do custo do produto armazenado.

- **Localização** – Decisões relacionadas com a localização geográfica de instalações de produção, centros de armazenamento, entre outros. Este tópico envolve um planeamento a longo prazo, assim como um compromisso monetário considerável.
- **Transporte** – De forma simplificada, esta área refere-se à movimentação de inventário entre os vários pontos da cadeia de abastecimento. Transporte aéreo e rodoviário são opções fiáveis, embora tragam custos elevados. O uso de rotas marítimas ou transportes ferroviários têm um peso a nível de custos muito inferior, mas os tempos de viagem e a imprevisibilidade são por norma maiores.
- **Informação** - (Hugos, 2003) acrescenta aos quatro tópicos anteriores o das decisões ligadas à informação. Engloba nesta categoria os assuntos relacionados com a quantidade de dados que deve ser registada e partilhada, assim como procurar garantir a qualidade e a exatidão destes, vistos que estes fatores vão influenciar a capacidade de tomar decisões relativas a todos os tópicos anteriormente referidos.

2.2 Armazéns

Os armazéns desempenham um papel importante na cadeia de abastecimento, visto que são responsáveis por armazenar, consolidar e distribuir produtos. (Ang & Lim, 2019) expõem que a eficiência operacional de um armazém é muitas vezes crucial para o desempenho da cadeia logística, visto que em alguns casos milhares de artigos são recebidos e distribuídos por estes diariamente. (Berg & Zijm, 1999) defendem que existem três tipos gerais de armazéns, sendo estes:

- **Armazéns de distribuição** – Um armazém onde produtos provenientes de fornecedores são recebidos (e por vezes montados) para posterior entrega a um determinado número de clientes.
- **Armazéns de produção** – Usado para o armazenamento de matérias-primas, produtos semiacabados e produtos finais numa instalação dedicada à produção.
- **Armazém subcontratado** – Como o nome indica, corresponde às instalações que realizam as operações de armazenamento de um ou mais clientes.

(Frazelle, 2016) afirma que as novas filosofias como o *just-in-time* e o *lean thinking* têm como objetivo eliminar o armazenamento de material, colocando o autor a pergunta “Porque haveremos de dedicar tempo e energia ao estudo de uma atividade que todos os profissionais da gestão de cadeias de abastecimento, assim como toda a literatura *lean*, pretendem eliminar?”. O próprio autor responde a esta questão colocando ele

mesmo outra questão: “De que forma o armazenamento de materiais acrescenta valor tanto nas cadeias de abastecimento como nas empresas?”. (Bello, 2011) aponta que o processo de eliminação dos armazéns numa cadeia logística é praticamente impossível, tendo em conta o nível de organização necessário para atingir tal feito, e acrescenta que “a armazenagem de produtos compensa os desequilíbrios existentes na cadeia de abastecimento, conferindo maior flexibilidade à cadeia de abastecimento e ao mesmo tempo, estabilizando-a”.

2.2.1 Atividades na armazenagem

Existe um conjunto de atividades base que são universais a qualquer armazém, independentemente da área em que a empresa se insere. Nos tópicos seguintes serão abordadas cada uma delas.

2.2.1.1 Receção

Segundo (Frazelle, 2016), a receção engloba todas as atividades envolvidas no descarregamento e registo de todos os materiais que chegam ao armazém, na verificação da qualidade e quantidade dos artigos recebidos e no direcionamento dos produtos, ou para a área de armazenamento, ou para outras áreas da empresa onde estes possam ser requeridos.

2.2.1.2 Put-away

É o ato de colocar mercadoria no local onde será armazenada. Inclui a movimentação do material e o posicionamento do mesmo na posição de armazenagem (Frazelle, 2016).

2.2.1.3 Armazenagem

Armazenagem (ou armazenamento), corresponde ao ato de conter fisicamente materiais enquanto estes esperam até serem necessários ou cumprirem quarentena. O método de armazenamento vai depender da quantidade e tamanho dos itens em inventário e das características de manuseamento destes (Frazelle, 2016).

2.2.1.4 Order Picking

É o processo de remover itens do seu local de armazenamento de forma a satisfazer uma necessidade (*Order picking* é a atividade básica prestada pelos armazéns aos seus clientes, pelo que é a função à volta da qual a maioria dos armazéns são desenhados (Frazelle, 2016).

Segundo (Eisenstein, 2008), considera-se o *picking discreto* como sendo a estratégia mais popular para a realização desta tarefa. Segundo o mesmo, este método implica que o trabalhador cumpra as ordens de *picking* tendo em conta o cliente a que estas se destinam, ou seja, só após recolher todos os artigos destinados a um determinado cliente é que poderá iniciar a rota relativa ao cliente seguinte. Apesar de ser um método simples e fiável, existe a possibilidade de o trabalhador percorrer grandes distâncias entre artigos, visto não ser feita uma otimização da rota.

2.2.1.5 Expedição

(Frazelle, 2016) afirma que a expedição tipicamente inclui: a organização do material proveniente de *picking* em função do cliente final, a verificação da conclusão das ordens, a verificação do acondicionamento dos materiais que vão ser expedidos, a preparação de toda a documentação necessária para a expedição, a pesagem da mercadoria a ser expedida e o carregamento dos camiões.

2.2.2 Layout de armazéns

A maioria dos armazéns existentes utilizada o chamado "*layout tradicional*", caracterizado pela disposição de corredores paralelos, ortogonalmente posicionados em relação às paredes (Fernandes *et al.*, 2019; Tellini *et al.*, 2019). Apesar do aparecimento de diversos *layouts* não convencionais, apenas o *fishbone layout*, caracterizado por corredores diagonais rodeados de estantes dispostas tanto vertical como horizontalmente, captou a atenção dos profissionais da área com estudos a revelar distâncias de viagem até 20% inferiores em comparação com os *layouts* tradicionais (Cardona, Soto, & Leonardo Rivera, 2013). Um exemplo de ambos os *layouts* pode ser visto na Figura 2.

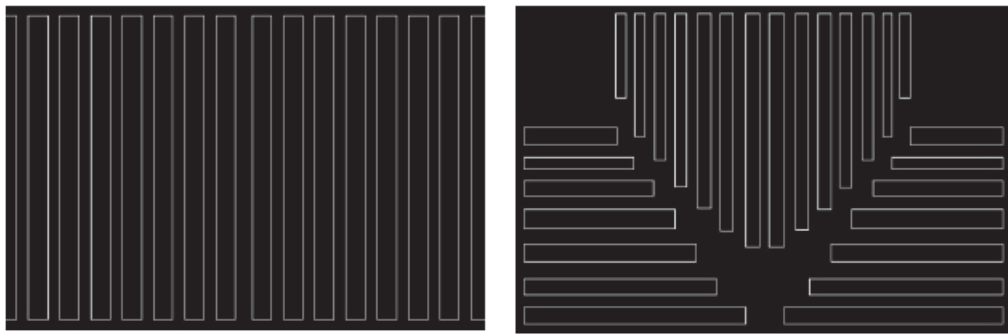


Figura 2 *Layout* convencional (esquerda) e *Fishbone* (direita) (Freitas A. M., 2018)

Como mencionado por (Frazelle, 2016), “*Layouts* de armazéns são como um *puzzle*. As peças do *puzzle* são as atividades do armazém, a recepção, o armazenamento de paletes, *picking* (...). Como num *puzzle*, é impossível completá-lo sem primeiro dimensionar as peças.” O mesmo autor sugere assim que no processo de desenvolvimento de um *layout* sejam seguidos os seguintes passos:

1. Determinar os requisitos a nível de espaço para todas as atividades no armazém.
2. Identificar as funções com necessidades adjacentes e colocá-las junto umas das outras.
3. Designar áreas de maior espaço a atividades com grandes necessidades de armazenamento e áreas menores aos processos mais intensivos a nível laboral.
4. Determinar as rotas dos fluxos.
5. Identificar o melhor método de manuseamento de material a cada fluxo.
6. Minimizar os requisitos a nível de espaço.
7. Desenvolver e documentar estratégias de expansão e /ou contração.

De forma a perceber melhor as várias estratégias e abordagens ao *design* de *layouts*, foram consultados os trabalhos resumidos na Tabela 3.

Tabela 3 - Trabalhos consultados no âmbito da elaboração de *layouts*

Autores	Descrição
(Horta, Coelho, & Relvas, 2016)	Neste trabalho, os autores abordam o problema de um armazém de produtos frescos que opera num ambiente <i>just-in-time</i> . O <i>layout</i> do armazém estudado consiste num espaço aberto dividido em áreas afetas a cada cliente, onde os produtos são colocados tendo por base as necessidades diárias. Os autores desenvolveram um modelo matemático de forma a otimizar a localização destas áreas, de modo a reduzir a distância percorrida pelos trabalhadores. O estudo mostra que com o novo <i>layout</i> , esta mesma distância foi reduzida em 23%.
(Cardona, Soto, & Leonardo Rivera, 2013)	Já mencionado anteriormente, este artigo descreve a criação de um método de geração de <i>designs</i> tridimensionais de <i>layouts fishbone</i> , com o objetivo de reduzir a dependência em especialistas na elaboração deste tipo de <i>layouts</i> .
(Yang, Wu, & Ma, 2021)	Foi desenvolvido um modelo matemático através da análise à estratégia de <i>picking</i> da operação de entregas do armazém, com o objetivo da otimização da alocação de bens dentro de um armazém automático. A aplicação do modelo acabou por otimizar o espaço de armazenamento, assim como a eficiência geral do processo.

Através da pesquisa relativa a este tópico começou a surgir a noção de que, de modo geral, não existe um “caminho” a seguir que seja universalmente correto. Isto faz com que diferentes autores acabem por desenvolver diferentes métodos de projeção de *layouts* que, apesar de fornecerem os resultados pretendidos, são extremamente específicos e, muitas vezes, extremamente complexos, como no caso do trabalho desenvolvido por (Yang, Wu, & Ma, 2021), resumido na tabela anterior.

Este pensamento foi reforçado pelo trabalho de (Baker & Canessa, 2007) que afirmam que “apesar da importância da projeção de armazéns, numerosas avaliações da literatura levaram à conclusão de que relativamente pouco há sido escrito em jornais académicos relativamente à abordagem sistemática que deve ser seguida por projetistas de armazéns. Os mesmos autores acabam por referenciar Edward H. Frazelle assim como a sua metodologia de 5 passos para o desenvolvimento de armazéns como uma das poucas metodologias disponíveis a seguir, metodologia esta que pode ser

encontrada, na sua versão atualizada (englobando 7 passos), já citada imediatamente antes da Tabela 3.

2.2.3 Otimização de armazéns

As atividades realizadas diariamente num armazém, para além de terem um impacto em todas as restantes áreas de um sistema industrial, são também extremamente diferentes em termos de tipologia (Mourato *et al.*, 2020; Janeiro *et al.*, 2020; Martins *et al.*, 2020; Machado *et al.*, 2020). Isto vai fazer com que exista uma grande forma de abordagens possíveis para a otimização de um armazém. Estas abordagens podem focar-se na vertente física do armazém (por exemplo redefinição do *layout*), na vertente virtual/informática (por exemplo, a nível de tratamento de dados) ou na definição de processos (implementação de equipamentos, redefinição de tarefas, entre outros).

Esta afirmação provém da consulta de vários trabalhos académicos, todos eles com um foco na área da logística e/ou otimização de processos. Mais uma vez, de forma a facilitar a interpretação e melhorar a organização da mesma, foi elaborada uma tabela com os principais trabalhos consultados relativamente à otimização de armazéns:

Tabela 4 - Trabalhos Consultados sobre Otimização de Armazéns

Autores	Descrição
(Antoniolli, Guariente, Pereira, Ferreira, & Silva, 2017)	Neste trabalho foi, através da implementação de conceitos como <i>standard work</i> , filosofia <i>lean</i> e <i>Kaizen</i> , otimizada a linha de produção de uma fábrica de componentes para o ramo automóvel. Após uma primeira fase de identificação de problemas/oportunidades de melhoria, foram definidos os métodos de trabalho para aplicar o <i>standard work</i> , seguindo-se a implementação dos mesmos. O resultado foi um aumento notável no <i>OEE (Overall Equipment Effectiveness)</i> , diminuição do número de trabalhadores necessários/operação e aumento da cadência de produção.
(Caridade, Pereira, Ferreira, & Silva, 2017)	Nesta publicação é exposto o trabalho realizado num armazém com o intuito de aplicar um <i>WMS</i> de modo a melhorar a gestão do fluxo de material. Outro objetivo do trabalho era a paragem da dependência de espaço subcontratado para o armazenamento de materiais. Os resultados foram um aumento para 100% da taxa de ocupação de espaços disponíveis, a eliminação da dependência do armazém subcontratado e a diminuição do número de

trabalhadores na equipa administrativa do armazém, devido à automatização de tarefas.

(Neves, *et al.*, 2018)

O trabalho realizado no âmbito da elaboração deste artigo começou pela análise das queixas apresentadas devido à não-conformidade dos artigos produzidos. Tendo sido identificado o principal setor responsável foi então elaborada uma solução, utilizando por base as ferramentas *PDCA (Plan-Do-Check-Act)* e implementando nesta os *5S* e *5W2H*, criando assim uma ferramenta híbrida que poderia ser aplicada nas outras áreas/setores da empresa.

(Freitas, *et al.*, 2019)

A otimização do armazém teve como foco a redefinição do fluxo de material e áreas de trabalho, recorrendo, mais uma vez, a ferramentas como a filosofia *Lean*, e *5S*. Foram melhoradas as rotas envolvidas no processo de *picking*, tendo sido verificado uma diminuição de cerca de 25% no tempo utilizado nesta tarefa.

Caracterização do Processo e Problema

3.1 Caracterização da Empresa

3.2 Caracterização do Processo

3.3 Caracterização do Processo

3 Caracterização da Empresa/Processo e Problema

3.1 Caracterização da Empresa

Como mencionado anteriormente, de forma a possibilitar a elaboração desta dissertação/tese foi realizado um estágio curricular na empresa ADIRA Metal Forming Solutions, com a duração de 9 meses.

A ADIRA identifica-se como sendo “um fornecedor de soluções para trabalhar chapa metálica, especializado em equipamento de corte e quinagem, incorporando automação à medida das necessidades dos nossos clientes”.

A empresa foi fundada por António Dias Ramos em 1956, na Rua António Bessa Leite no Porto, dedicando-se na altura ao fabrico de tornos, fresadoras e máquinas de aplainar, tendo evoluído para o fabrico de máquinas para o trabalho em chapa na década de 60. Entre a década de 70 e 80 a Adira continuou a evoluir os seus produtos, como por exemplo o desenvolvimento dos primeiros controlos gráficos 2D e 3D e os primeiros passos na área da automação. Foi também por esta altura que a empresa começou a exportar produtos para todo o mundo, com destaque para Inglaterra, Alemanha, Japão, Estados Unidos, Austrália e Médio Oriente. Com a entrada no novo milénio, a ADIRA começou a apostar em máquinas de corte por *laser* e, de forma a solidificar a sua presença internacional, foram criadas as primeiras subsidiárias: ADIRA France, ADIRA UK e ADIRA Tech (E.U.A.). Esta altura coincidiu com a aquisição da empresa por António Cardoso Pinto, tendo o envolvimento da família Dias Ramos acabado nos anos seguintes.

Em 2017 a empresa passou a ser propriedade do Grupo SONAE Capital, sendo este atualmente o seu único acionista. Em 2020 é anunciado o início de uma nova fase empresarial, claramente com um foco no futuro, marcado pela reestruturação e transformação digital e pela aposta na área do fabrico aditivo.

3.1.1 Produtos

Atualmente os produtos produzidos pela ADIRA podem ser divididos nas seguintes categorias:

- Quinadoras (PA/PF/BB/PH)
- Guilhotinas (GH/GV)
- Automação
- Tecnologia *Laser*

- Soluções *Tandem*
- *Additive Manufacturing* (fabrico aditivo)

De forma a facilitar a leitura, as principais máquinas/produtos produzidas pela empresa são apresentadas na tabela seguinte:

Tabela 5 - Produtos produzidos pela empresa

Máquina/Gama	Descrição
PA/PA Plus	A área das quinadoras é definitivamente a mais importante a nível de volume de produção. O principal produto dentro desta categoria é a gama PA. Estas máquinas são o produto principal da ADIRA, e como tal oferecem uma elevada versatilidade, disponibilizando uma grande variedade de acessórios e equipamentos opcionais. A variante PA Plus difere da gama PA por incorporar o <i>Greendrive System</i> – um sistema que faz a variação da rotação do motor elétrico, permitindo não só o aumento da velocidade de retorno, como também uma considerável redução do consumo de energia.
PF	A gama PF é uma gama de quinadoras de alto desempenho, desenhadas para atingir velocidades de trabalho e produtividade máximas, atingidas através das elevadas velocidades de aproximação, quinagem e retorno. Outra vantagem das quinadoras PF é a maior facilidade de integração com vários projetos de automação, nomeadamente células robotizadas.
BB	As quinadoras BB são máquinas 100% elétricas (não têm componente hidráulica) com foco na economia das operações. Recorrendo a servomotores de gama pesada, conseguem realizar operações de quinagem de forma precisa e rápida, oferecendo uma redução no consumo de energia na ordem dos 40-60%. A eliminação da componente hidráulica tem ainda o benefício acrescido de simplificar as tarefas de manutenção relativas à máquina.
PH	A gama PH (<i>Press Heavy</i>) é, como o nome indica, destinada aos trabalhos mais exigentes. Estas quinadoras oferecem até 20 000 kN de capacidade de quinagem e estão disponíveis em versões que chegam aos 8 metros.

GH	Dentro das guilhotinas hidráulicas, as máquinas GH são o produto principal. Assim, como as quinadoras PA oferecem uma enorme versatilidade, tanto a nível dos modelos disponíveis como das opções, sendo estas máquinas capazes de cortar chapa com comprimentos de 2 a 6 metros e espessuras entre os 4 e os 13 mm.
GV	As guilhotinas GV destacam-se da gama GH devido à sua capacidade de variar o ângulo de corte da lâmina, que vai por sua vez permitir à máquina trabalhar com chapa de espessura até 25 mm.
<i>Laser Technology</i> (Mitsubishi Electric)	Apesar de no passado a empresa fabricar máquinas <i>laser</i> de desenho próprio, atualmente a seleção de máquinas <i>laser</i> provêm da Mitsubishi, sendo a ADIRA o representante exclusivo da marca japonesa a nível ibérico no que toca a tecnologia <i>laser</i> .
Adira AC ADDCREATOR	Esta impressora 3D permite fabricar peças em metal de grandes dimensões e elevado detalhe, nomeadamente peças com geometrias complexas para, por exemplo, a indústria aeronáutica.

É importante mencionar que dentro de cada gama existe um elevado número de modelos diferentes, que variam tanto na capacidade de corte/quinagem como nas dimensões da própria máquina. Estas características estão indicadas no nome de cada modelo. Nas quinadoras, as duas primeiras letras indicam a gama, os três primeiros números a capacidade e os últimos dois dígitos o comprimento de quinagem - por exemplo, uma PA13530, o modelo mais vendido pela empresa, é uma máquina com capacidade de 1350 kN e um comprimento de quinagem de 3000 mm.

Dentro da empresa, foram criadas as designações de “*Standard*” e “*Special*” para diferenciar as máquinas mais simples (de catálogo) com os projetos especiais. No entanto, para além da grande diversidade de modelos disponíveis, existe ainda a possibilidade de customizar cada máquina para as necessidades de cada cliente através de um grande número de opções. Estas opções variam muito, desde alterações simples ao modelo base da máquina, até células robotizadas altamente complexas, como por exemplo a incorporação de ATCs (*Automatic Tool-Changer*) - um dispositivo que permite não só armazenar, mas também trocar as ferramentas de uma máquina de forma automática), células robotizadas que alimentam e/ou recolhem a chapa metálica (permitindo o funcionamento da máquina de forma muito mais autónoma e eliminando

o erro humano) ou a implementação de um sistema *tandem*, onde duas máquinas são “ligadas” de forma a trabalharem em sincronismo, permitindo assim trabalhar chapa metálicas de grandes dimensões.

Isto quer dizer que uma máquina pode ter como base um modelo bastante comum (*Standard*) mas, devido aos extras selecionados, ser considerada como um projeto especial. Esta diferenciação será aprofundada mais à frente, no capítulo referente à definição do *layout* do armazém.

Para além do projeto, fabrico e venda de máquinas, a ADIRA oferece também um vasto leque de serviços através do seu departamento de *Service*. Este departamento está, de forma geral, encarregado de fornecer apoio aos clientes, quer seja na aquisição de máquinas, como em todos os serviços pós-venda. Os serviços disponíveis são:

- A manutenção preventiva das máquinas ADIRA, podendo incluir afinações e ensaios periódicos, e fornecimento e substituição de ferramentas e artigos consumíveis;
- Instalação e arranque de máquinas novas, em segunda mão ou no caso de mudança de instalações por parte do cliente;
- Serviço de formação e consultoria não só relativos à operação da máquina, mas também em manutenção da mesma, assim como na programação de ferramentas e *software* CAD/CAM de quinagem;
- Manutenção corretiva, incluindo diagnóstico e reparação (tanto à distância como on site) e o fornecimento de peças originais ou, no caso de tal ser impossível, o desenvolvimento de soluções alternativas.
- Realização de upgrades, como por exemplo a substituição do comando da máquina, a instalação de equipamentos/dispositivos de segurança ou o aumento do número de eixos.

3.2 Caracterização do Processo

Tendo em conta o foco desta dissertação, este subcapítulo vai focar-se nos processos que estão envolvidos no fluxo de materiais, desde os respetivos fornecedores até ao destino final na empresa.

É importante salientar que, apesar de existir um armazém vedado onde estão armazenados grande parte dos artigos em *stock*, o “armazém” da empresa engloba diversas áreas da fábrica. Isto acontece porque, devido à natureza das máquinas, existem artigos extremamente pequenos e frágeis e, ao mesmo tempo, peças em aço que podem pesar várias toneladas, que têm que ser transportados com recurso a pontes rolantes e carros de carris. Isto faz com que o armazenamento de todo o material no mesmo local seja, para além de pouco prático, perigoso.

O processo tem início quando é gerada uma necessidade no sistema, para uma determinada referência. Esta necessidade pode ter origem numa nova máquina que vai entrar em produção, numa alteração a um projeto/protótipo, numa manutenção por parte do departamento de *Service*, entre outros. Desta necessidade vai resultar uma ordem de compra (que pode ou não ser automática) e que vai dar início ao processo de compra da peça por parte da ADIRA aos fornecedores. Quando o material chega à empresa, dá-se início ao processo de receção.

O processo começa com a conferência física do material por parte do pessoal do armazém. Seguindo as guias de transporte entregues pelo fornecedor, são confirmadas as quantidades e referências entregues. Nesta fase o material é separado e, no caso de o fornecedor não identificar as peças, procede-se à identificação das mesmas. Após a conferência do material, inicia-se o processo de receção informática do mesmo. Neste processo, é registado em sistema que material e em que quantidade foi entregue, cruzando esta informação com a guia de transporte e a ordem de compra inicial, de modo a garantir a coerência entre o que foi pedido, o que o fornecedor diz ter enviado e o que foi entregue. Ao introduzir os dados no sistema, o armazém tem acesso a informações importantes, como por exemplo se o material está em falta para alguma máquina já em produção (neste caso é segregado e é entregue com “urgência”) e a localização onde o artigo deverá ser armazenado. No caso destes artigos estarem localizados no armazém vedado, a localização destes é então apontada e estes são colocados num carro, como o da Figura 3. No caso de serem artigos de grandes dimensões, após conferidos, estes são diretamente levados para o local onde ficarão armazenados, de forma a evitar constrangimentos.

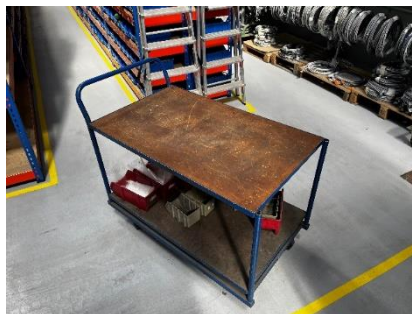


Figura 3 – Carro de Armazém

Quando o carro se encontrar cheio, ou no caso de não haver mais material a rececionar informaticamente, começa-se então a receção física do material. Estando o material identificado e com a localização final apontada, o trabalhador irá então realizar um percurso pelo armazém, arrumando o material ao longo do mesmo. No final do percurso, o carro deverá estar vazio e é arrumado, terminando o processo.

De forma a dar uma melhor ideia de como funciona o processo de fluxo de material, é necessário descrever a forma como o material é organizado dentro deste. Este assunto apenas será falado de forma superficial visto que, sendo um dos principais tópicos desta dissertação, será aprofundado mais à frente.

A maior parte do material está organizado em caixas de plástico normalizadas. Como é possível ver na Figura 4, existem três tipos de caixas: Tipo A, B e C

(ordenadas na imagem da esquerda para a direita). As dimensões destas (C x L x A) são as seguintes:

- Tipo A – 200 x 100 x 100 [mm]
- Tipo B – 300 x 150 x 125 [mm]
- Tipo C – 400 x 225 x 165 [mm]



Figura 4 - Tipo de Caixas em Armazém



Figura 5 - Etiquetas de Identificação em Estante

As caixas estão etiquetadas com a referência do artigo e um código de barras. As estantes, para além de identificação da estante em si, apresentam marcações para identificar a prateleira e a posição para cada caixa. Esta informação é ainda complementada por uma etiqueta magnética aplicada na estante, debaixo da posição de cada caixa, com a referência e a descrição do artigo, de forma a mesmo o material não estando presente fisicamente, ser possível saber sempre se as posições estão livres e que material está alocado a estas.

Esta identificação permite que as localizações dos artigos sejam transmitidas de forma simples e garante que qualquer pessoa que as consulte, mesmo não tendo qualquer experiência no armazém, saiba precisamente onde se encontram todos os artigos. Em sistema informático existem dois tipos de localização: local fixo e ponto de *stock*. O local fixo refere-se ao local determinado como definitivo para uma dada referência e é o local indicado quando se realiza a receção informática de um artigo. O ponto de *stock* indica

o local ou locais onde o efetivamente existe *stock*. Em teoria, estes locais deveriam coincidir, mas em certos casos (por exemplo no caso de haver excesso de *stock*) a mesma referência pode ocupar mais do que um local.

e referir que cada estante tem atribuída uma letra (A, B, C e D) por norma partilhada por todas as estantes que se encontram no mesmo corredor. Sendo assim, sabemos que o local A02-4-6 se encontra na estante A02 (situada no corredor A), na prateleira 4 e na posição número 3. Os artigos são colocados na respetiva forma de acondicionamento, dependendo da sua dimensão e quantidade. No entanto, existem vários artigos dentro do armazém que não é possível colocar em caixas de plástico. Nestes casos, são colocados em estantes com espaçamento entre prateleiras maiores, identificadas da mesma forma que as estantes que acomodam as caixas azuis Figura 5. Existem ainda estantes “especiais”, nomeadamente uma estante de braços (*cantilever*), uma estante inclinada (ambas para artigos compridos) e estantes para acomodar artigos em paletes, como é possível observar (por ordem) nas imagens das Figuras Figura 6 Figura 7 Figura 8.



Figura 6 - *Cantilever*



Figura 7 - Estante Inclinada



Figura 8 - Estante para Paletes

Voltando à caracterização do fluxo de materiais dentro da empresa, segue-se agora o processo de abastecimento de material. Este processo refere-se à recolha, registo informático e entrega de material do armazém para o seu destino final. No caso de se tratar de um artigo singular (ou um número reduzido de artigos), este processo é relativamente simples: é recebida uma ordem de produção ou serviço, dependendo do destino final, e, após recolher o material e registar a alteração de *stock*, o material é entregue ou recolhido. No caso de se tratar do abastecimento para uma máquina, é impressa uma lista com todo o material necessário, podendo chegar às várias centenas de artigos. Nesta lista constam a referência e descrição de cada artigo, assim como a localização dos mesmos. A lista vem ordenada de modo que, com apenas um percurso dentro do armazém, sejam recolhidos todos os artigos requisitados (com exceção dos artigos de grandes dimensões). À medida que é recolhido o material, deve ser colocado

um “visto” na lista de forma a identificar possíveis faltas de material. Durante este processo, é utilizado um carro de abastecimento, de maiores dimensões, como mostra a Figura 9. Depois de todo o material ter sido levantado são registadas as faltas de material em sistema, seguindo o carrinho assim como a lista de material para a produção.



Figura 9 - Carro de Abastecimento

3.3 Caracterização do Problema

De forma a caracterizar o problema, é necessário contextualizar a situação na empresa na altura em que foi realizado o estágio. Como mencionado anteriormente, a ADIRA inicialmente estava localizada no Porto, tendo, posteriormente, adquirido a empresa OXISOL, uma empresa especializada em construções soldadas, e passando assim a ter também instalações em Gaia, mais especificamente no parque industrial de Canelas. Em 2016 a ADIRA fechou as instalações no Porto, mudando-se para as instalações da OXISOL em Canelas, onde se encontra atualmente. Esta mudança implicou a eliminação das atividades de soldadura na empresa, passando a empresa a comprar as estruturas soldadas a fornecedores externos. Existia ainda um espaço alugado também em Canelas, o qual servia como armazém de apoio.



Figura 10 - Instalações da ADIRA

As instalações em Canelas, visíveis na Figura 10, são compostas por três naves - A, B e C. Na altura da mudança, a nave A (na imagem, a nave da direita) estava bastante degradada e servia como armazém para o material proveniente das antigas instalações no Porto, assim como o material do armazém de apoio, que foi também encerrado.

Em 2021 começou o projeto de remodelação das instalações, com foco na nave A. Este espaço seria dedicado à montagem de projetos especiais de maiores dimensões e para armazém, o qual na altura se encontrava na nave B.

Durante o estágio foi realizado todo o processo de projeto do novo armazém, assim como o processo de mudança em si e a posterior otimização do mesmo, assim como a limpeza e organização do material proveniente das antigas instalações.

O trabalho realizado e aqui apresentado, pode ser dividido em três áreas:

1. Receção de material;
2. Fluxo de material;
3. Desenvolvimento e otimização do *layout* do armazém.

Começando pela área da receção de material, o principal problema a solucionar era o tempo entre a chegada de material e a arrumação do mesmo. Existia constantemente material acumulado na zona de receção, chegando mesmo a necessitar ser depositado em outras zonas do armazém/fábrica. Para além da desorganização dos espaços, outro problema surgia sempre que existia material urgente por rececionar, mas que já tinha sido entregue. Isto forçava a que o processo fosse interrompido de forma a possibilitar o processamento dos artigos urgentes, o que atrasava ainda mais o processo. Outro assunto que necessitava ser solucionado era a receção de artigos pela primeira vez em armazém. Estes artigos não têm local fixo e, não existindo espaço disponível, ficavam numa localização “intermédia”, muitas vezes até serem levantados.

Relativamente ao fluxo de material, o trabalho realizado incidiu sobretudo nos processos envolvidos no levantamento de artigos/materiais, tanto física como informaticamente, e o transporte destes até ao local onde são necessários. Isto envolve não só a definição de processos dentro do armazém, como a organização dos espaços, tanto em sistema como fisicamente. Isto resulta do facto de muitas localizações obsoletas provenientes das instalações do Porto ainda existirem em sistema, tendo alguns artigos mantido essas localizações como o seu local fixo. Além disso, devido ao facto da totalidade da nave A ser utilizada como armazém, todos os artigos aqui localizados partilhavam localizações genéricas. Isto significava que caso uma referência aí localizada fosse requisitada, não existia forma de saber a sua localização exata, dependendo os trabalhadores do armazém da sua memória/conhecimento do artigo. Outro aspeto também relevante durante a realização do estágio era o processo de abastecimento de material às máquinas. Por norma, o material seria segregado e entregue na *box* de montagem da respetiva máquina no dia planeado de início de montagem. O que por vezes acontecia é que, devido a atrasos, os carros de abastecimento estavam prontos, mas, não existia uma *box* disponível para dar início à montagem. Também foi notado que segregar o material com tão pouca antecedência relativamente ao início de montagem da máquina significava que, caso surgisse algum imprevisto (material danificado que não fosse previamente detetado, stocks incorretos, erros na entrega por parte do fornecedor), havia pouco ou nenhum tempo para reagir sem que fossem causados atrasos.

Finalmente, o desenvolvimento e otimização do *layout* do armazém. Tendo em conta o contexto acima exposto, esta mudança não foi opcional, sendo que o espaço do novo armazém era, em vários aspetos, pior do que a localização original na nave B. Tanto a redução de espaço disponível como a passagem de um espaço praticamente retangular para outro com geometria irregular, criaram um desafio em para o projeto do novo *layout*. É importante reforçar que a ideia com esta mudança nunca foi de simplesmente deslocar o armazém de um local para o outro, mas sim utilizar esta oportunidade para reorganizar o armazém da forma mais otimizada possível, atendendo às limitações do espaço. De salientar ainda que o espaço ocupado anteriormente pelo armazém iria ser alvo de remodelações profundas, sendo transformado numa área comum, salas de reuniões e posto médico. Isto impôs uma data-limite a todo o processo de mudança e definição do novo armazém.

Estes três temas serão abordados em maior detalhe nos capítulos seguintes, daí neste capítulo a abordagem ter sido mais introdutória, de modo a evitar redundâncias.

Também é necessário mencionar outro aspeto importante que influenciou muito o contexto em que se realizou o trabalho aqui apresentado. A pandemia global que (ainda) atravessamos teve um impacto enorme em todas as empresa e todas as áreas da indústria. Desde restrições às deslocações e a obrigatoriedade do teletrabalho, ao número de baixas causadas por infeção com COVID-19, foi sentida uma grande quebra

a nível de produtividade. Deve ainda acrescentar-se a isso ter existido uma subida drástica dos preços, não só das matérias-primas, como é o caso do aço, mas também de todo o material eletrónico, e existirem enormes disrupções nas cadeias logísticas a nível global, que por sua vez geraram não só atrasos e cancelamentos de entregas por parte de fornecedores, como também tornaram extremamente difícil a coordenação das entregas a nível semanal, de forma a não sobrecarregar o armazém.

O facto de uma mudança desta dimensão na componente logística da empresa ter coincidido com os eventos descritos, acabou por dificultar ainda mais o que seria sempre uma tarefa de grande complexidade.

Posto isto, e já tendo sido introduzidos os pontos fulcrais deste trabalho, e tendo sido contextualizado o período durante o qual ocorreu, os próximos capítulos serão dedicados ao aprofundamento dos mesmos.

Problema de Receção

4.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO INICIAL

4.2. IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS

4 Problema de Receção

4.1 Diagnóstico da situação inicial

A questão da receção de materiais é crítica para todo o processo logístico, visto marcar o ponto em que o material passa a ser controlado pela empresa. Um dos objetivos do armazém desde a mudança para as instalações no Porto foi criar condições para garantir que qualquer pessoa, com ou sem conhecimentos relativos não só ao funcionamento do armazém físico, mas também aos artigos em questão, consiga facilmente e com exatidão saber a localização de todo o material em *stock*. Para que isto seja possível, é necessário um grande nível de organização e um esforço contínuo para manter essa organização.

No entanto, existem diversas variáveis que contribuem para que essa organização seja difícil de cumprir. Em primeiro lugar, devido à complexidade dos produtos finais produzidos pela empresa, existe um número extremamente grande de artigos únicos em *stock*, extremamente variáveis entre si. Isto tem como principais consequências a existência de entregas de grande volume de itens e uma grande variabilidade no tamanho das peças que são entregues ao mesmo tempo pelos fornecedores. Isto impossibilita que o processo seja feito de forma contínua, causando atrasos. A quantidade dos artigos entregues é muitas vezes derivada da entrega de artigos com maior antecedência do que o ideal. Isto deve-se sobretudo a dois fatores: replaneamentos na produção e decisão dos fornecedores. Os replaneamentos na produção são um tema complexo que envolve várias causas, sendo a principal a falta de componentes críticos. No que toca aos fornecedores, estes muitas vezes entregavam mais do que o material inicialmente combinado para uma certa data, de forma a rentabilizar ao máximo o processo de transporte de material, cujos custos aumentaram consideravelmente.

Outro fator limitativo para a eficiência do processo está relacionado com a forma como os fornecedores entregam o material. A introdução dos artigos em sistema é feita por ordem de compra, contendo uma ordem de compra nada mais do que o material pedido a um determinado fornecedor para responder a uma determinada necessidade. Normalmente, quando o armazém recebe a guia de transporte do material, nesta vem identificada a ordem de compra para cada artigo. O armazém pesquisa então essa ordem de compra no sistema, abre-a e regista os artigos e as respetivas quantidades que foram rececionadas. O primeiro problema está relacionado com a organização das guias de transporte. Estas guias são criadas muitas vezes à medida que o material é

carregado para ser entregue. Como este carregamento é feito com foco no espaço disponível, por vezes resulta a emissão de um grande número de folhas a serem impressas, com quantidades de artigos por folha inconsistentes e completamente desordenadas. Isto vai fazer com que o trabalhador encarregado da receção dos artigos tenha que procurar, muitas vezes em dezenas de folhas, por uma referência específica. Como se não bastasse, enquanto para pequenas entregas ou fornecedores de poucos artigos as entregas provêm de um número reduzido de ordens de compra (ou mesmo de uma ordem de compra singular), levando a que facilmente se organizem os artigos para a entrada em sistema ser feita sequencialmente, nas entregas dos maiores fornecedores a situação é mais complexa. Estes têm, por norma, entregas semanais ou bissemanais, em que trazem grandes quantidades de material. Este material vem agrupado da forma mais conveniente para o fornecedor, mais uma vez com foco na otimização do espaço ocupado, o que vai levar a que vários artigos de ordens de compras diferentes sejam agrupados. Mesmo que a ordem de compra venha identificada em cada artigo, isto implica que o armazém tenha um primeiro trabalho de segregação do material. Esta segregação, complementada com a ordem aleatória dos artigos nas guias de transporte, faz com que a receção nestes casos possa durar várias horas, dependendo do tamanho da entrega.

Em termos de mão de obra, a equipa do armazém também estava limitada: com apenas três elementos, muitas vezes era impossível dar início à receção do material no momento que este chegava. Isto era agravado pelo facto de, dos três elementos, nenhum deles tinha como única função a receção de material. Um deles, sendo o *team leader*, estava encarregue não só das funções gerais afetas ao armazém, mas também de lidar com a maioria das interações entre o armazém e os outros departamentos, incluindo a resolução de problemas no fornecimento de material à produção, abertura de não conformidades, entre outros. Existe também um elemento do armazém dedicado à área do *Service*. Isto implica não só a preparação e segregação do material para ordens de serviço, mas também o acondicionamento destas. Muitas vezes, ao realizar uma intervenção numa máquina, não é possível enviar o material juntamente com o técnico (por exemplo, no caso de grandes itens ou deslocações por via aérea), sendo nestes casos necessário criar acondicionamento próprio, por norma caixas em madeira. Ao último elemento estava alocada a função de rececionar o material, sendo que, no entanto, este elemento também estava encarregue das recolhas de material aos fornecedores, nos casos de urgência ou impossibilidade por parte destes.

Por fim, também foi detetada uma ineficiência na forma como o material é arrumado, após ter sido rececionado informaticamente. Como referido no capítulo 3, à medida que é dada entrada dos artigos em sistema, estes são colocados num carro com dois níveis. Quando todos os artigos tiverem sido rececionados ou quando o carro se encontrar cheio, o elemento da equipa do armazém seguia então pelos corredores até arrumar todos os artigos. Mais uma vez, no caso de constarem poucos artigos da entrega, o processo não é problemático, visto que estando a localização destes anotada,

facilmente e com relativa eficiência se procede à arrumação de todos os artigos. No caso de o carro estar cheio, a arrumação era feita de forma quase aleatória, muitas vezes envolvendo que o carro ficasse parado no mesmo local, com a pessoa encarregada da arrumação a fazer várias deslocações de ida e volta.

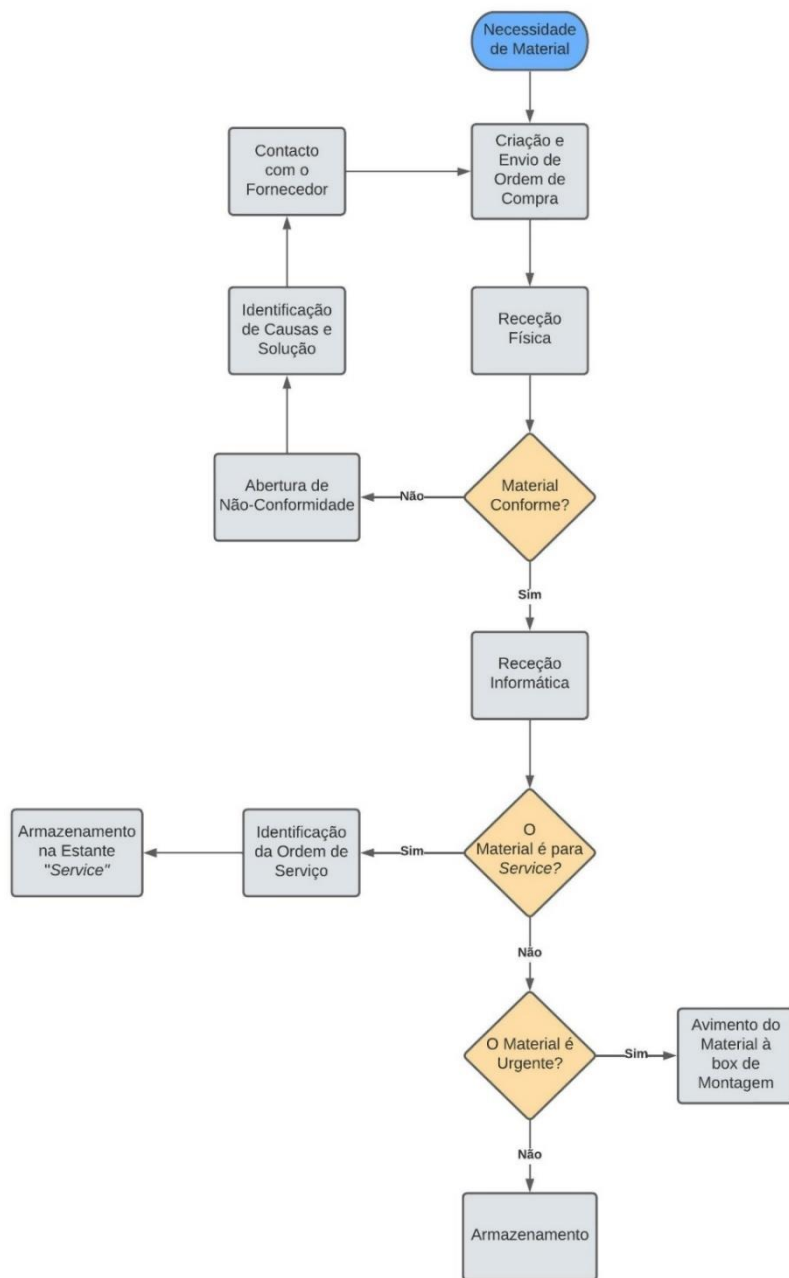


Figura 11 - Fluxograma do Processo de Receção

De grosso modo, estes foram os principais problemas registados relativos à receção de material, sendo na Figura 11 apresentada uma representação, simplificada, do mesmo.

Existem outros fatores, como atrasos na produção, alterações das listas de peças das máquinas e a gestão das datas de entrega do material pelos fornecedores que têm um grande impacto neste processo. No entanto, para esta dissertação o foco foram os pontos que não só têm mais impacto na situação atual, mas também que a sua resolução no decorrer deste estágio fosse realista. O passo seguinte foi então desenvolver soluções que permitissem no final reduzir não só o tempo de receção de material, como impedir ao máximo a acumulação deste nas áreas de receção.

4.1.1 Formulação de Possíveis Soluções

De forma a melhor perceber as soluções estudadas, de seguida é apresentado um quadro resumo com os principais pontos problemáticos relativos ao tema da receção de material:

Tabela 6 - Identificação de Problema/Áreas a Melhorar

Problema/Área	Descrição
Tipologia e Quantidade do Material	O número e variedade de artigos que entram e saem do armazém faz com que seja difícil criar um processo que se aplique a todos os casos, sendo os principais problemas as peças de maiores dimensões (que ficam armazenadas fora do armazém vedado) e as entregas de um elevado número de artigos.
Método e Organização das Entregas da parte dos Fornecedores	A forma como o sistema informático está desenhado implica que as receções sejam feitas por ordem de compra. No caso de entregas muito volumosas, muitas vezes estes são entregues agrupados, tanto fisicamente como nas guias de transporte, de forma quase aleatória.
Número de Elementos da Equipa do Armazém	Existindo apenas três colaboradores na equipa do armazém, por vezes regista-se a impossibilidade de efetuar a receção do material na altura em que este é entregue. Esta situação advém do facto de todos os elementos terem, para além das funções gerais do armazém (nelas incluída a receção de material), outras tarefas específicas a eles atribuídas.

Falta de Espaço para Localizar Novos Artigos	Apesar do espaço em armazém possibilitar a localização de milhares de referências, não existiam espaços disponíveis para novos artigos. Isto levou a que se acumulasse uma grande quantidade de artigos por localizar, o que compromete a organização do armazém.
Processo de Arrumação Física do Material	Após a receção informática estar concluída, o colaborador responsável pela arrumação arrumava de forma quase aleatória os artigos. Tendo em conta o número elevado destes, muitas vezes verificavam-se situações em que o mesmo percurso era repetido várias vezes, levando a ineficiências.

Durante o processo de formulação de soluções, a prioridade foi dada a ideias que impactassem mais do que uma área problemática acima exposta, tendo sempre como requisito secundário a viabilidade da implementação destas num curto espaço de tempo.

De acordo com esta premissa, o primeiro passo passaria pela elaboração de um procedimento de receção de material. Isto iria *normalizar* o processo, eliminando as variações de colaborador para colaborador na forma como o material é rececionado. Em primeiro lugar, iria permitir a integração muito mais facilitada de novos colaboradores. Em segundo lugar, ficaria mais fácil a identificação de falhas com a forma como o processo está atualmente estruturado, abrindo a possibilidade para um trabalho de melhoria contínua mais eficaz, que resultaria na constante atualização do procedimento. Com esta medida, tornar-se-ia também possível reduzir a possibilidade de erro humano, incrementando ao mesmo tempo a organização dentro do armazém. Finalmente, tendo em conta a frequência com que o processo era interrompido sem estar finalizado, a implementação de uma norma vai permitir que outro colaborador substitua o elemento que interrompeu a receção sem que a eficácia deste seja comprometida.

Outra medida abordada foi a implementação de um dispositivo móvel – por exemplo um PDA ou um *tablet* – que permitisse que a receção de material fosse feita fora do armazém. Por norma, a receção é feita junto à entrada do armazém, numa banca onde existe um computador para efetuar o registo em sistema. No caso de artigos maiores, a conferência do material é realizada no local onde estes são descarregados, sendo as quantidades anotadas em papel para posteriormente serem introduzidas em sistema. A ideia é que com a implementação do novo dispositivo o material, mal chegue, seja logo processado, podendo seguir diretamente para o seu local definitivo. Mesmo no caso de material de pequenas dimensões, isto permitiria que o registo no sistema acontecesse sem os remover do local onde vêm acondicionados, eliminando a necessidade de os

transportar primeiro para a banca de trabalho. Tendo em conta a possibilidade destes dispositivos lerem códigos de barras e *QR codes*, também existe, em teoria, a hipótese de as guias de transporte virem com um destes códigos, de forma que, ao fazer *scan* dos mesmos, estes aparecerem automaticamente no dispositivo, tendo o colaborador apenas que selecionar as quantidades de cada um.

Relativamente ao método de entrega dos fornecedores, para este tópico a única medida discutida foi o diálogo com os mesmos, com o objetivo de os sensibilizar. Num cenário ideal, existiria uma guia de transporte para cada ordem de compra, estando os artigos divididos fisicamente também por ordem de compra. Ora, tendo em conta as dimensões e número de artigos por entrega, este método seria muito pouco eficiente para o fornecedor. Com isto em vista, a ideia seria que numa primeira fase, houvesse uma sensibilização para que os fornecedores cumprissem requisitos mínimos, sendo estes:

- Em todas as guias, será obrigatória a presença da descrição de cada artigo, a ordem de compra afeta a este e a referência interna;
- A ordem dos artigos por guia de transporte deve ter como critério a ordem de compra;
- Para cada contentor/caixa/palete, deve existir uma guia de transporte.

Dependendo da facilidade de implementação/impacto destas medidas iniciais, seria então introduzida uma segunda fase, mais extensiva, com medidas mais profundas, como a presença de códigos de barras/QR ou a identificação da parte do fornecedor do material, seguindo as diretrizes estabelecidas.

No que toca à equipa do armazém, a contratação de mais um elemento iria aumentar consideravelmente a produtividade deste setor, melhorando, como consequência, o ritmo do processo de receção. Esta medida, sendo uma mudança grande que envolve vários fatores externos ao departamento de logística, não poderá ser considerada como uma “solução” possível no âmbito desta dissertação. No entanto, existem medidas que podem ajudar a rentabilizar a produtividade da equipa do armazém. Qualquer otimização de processos (mesmo não sendo no processo em análise), vai libertar tempo a todos os colaboradores, indiretamente, ajudando no processo de receção.

No que toca ao registo de novos artigos, o foco era a criação de locais onde pudessem ser armazenados todos os artigos novos e arrumados os vários artigos alocados a dois carros de abastecimento (semelhantes aos da Figura 9). De modo a resolver este problema, era necessário remover artigos obsoletos/caixas vazias do armazém e depois alocar todos estes artigos, registando a posição final em sistema para cada um deles. Isto é um processo que, apesar de relativamente simples, implica um grande investimento de tempo. Com a sobrecarga no armazém, simplesmente não havia uma janela temporal para realizar esta limpeza. Isto fez com que a posição intermédia passasse a ser usada quase como uma localização final, em que os artigos eram aí colocados no momento da receção e removidos quando eram requisitados, nunca tendo

uma localização “correta”. Para além dos problemas de organização e controlo que a situação traz, a localização destes artigos era uma localização genérica, partilhada por grande parte dos artigos localizados fora do armazém vedado. Isto faz com que seja virtualmente impossível alguém sem conhecimento prévio saber onde está localizado cada artigo, sem recorrer a um auxílio por parte do armazém, ou perdendo tempo desnecessário a procurar. Tendo em conta a mudança da localização do armazém, iria fazer-se um estudo de todas as referências, de modo a isolar todas as caixas vazias provenientes de artigos sem stock de segurança que não tinham rotação nem recebimentos previstos, e também potenciais materiais obsoletos, que apesar de terem stock, não tinham baixas planeadas para o futuro, deixando de ter valor. Em paralelo, seria também desenvolvida uma ferramenta que permitisse ao armazém realizar esta análise de forma automática, permitindo ao armazém “limpar” espaços com regularidade, evitando assim que a situação das posições intermédias se repetisse. Sendo que a mudança de armazém vai ser abordado num próximo capítulo, faz sentido que esta análise seja abordada juntamente com a análise geral de referências, visto ser relevante para ambos os tópicos.

Finalmente, a solução relativa à arrumação do material após a receção informática teria duas componentes. Em primeiro lugar, o carro de armazém seria modificado/substituído por um que permitisse mais facilmente segregar o material por áreas do armazém, otimizando a arrumação. Também seria estudada a possibilidade de, durante o processo de arrumação, implementar medidas que permitissem a aplicação de FIFO (*First-In-First-Out*) de modo a evitar a acumulação de material antigo. A segunda componente passaria por definir uma rota de arrumação, passando apenas uma vez por cada área do armazém, de forma a eliminar as viagens redundantes durante esta tarefa.

4.1.2 Análise Crítica das Soluções

Com o objetivo de facilitar a compreensão do processo de avaliação de cada uma das soluções apresentadas no capítulo anterior, foi construída a Tabela 7:

Tabela 7 - Avaliação de Soluções Apresentadas

Soluções Apresentadas	Comentários/Críticas
Elaboração de uma norma/procedimento para o processo de receção	Esta proposta faz sentido não só a nível de melhoramento de processo, como a nível de organização empresarial. Será necessário primeiro definir a forma “ideal” do processo, antes de elaborar um documento para aprovação. Posto isto, o documento poderá ser facilmente atualizado com a criação de novas versões, pelo que a implementação de alterações ao longo do tempo não deverá causar problemas. O artigo deve ser elaborado num formulário fornecido pela empresa, pelo que a elaboração de qualquer guia visual terá que ser aprovada como anexo do documento principal, tendo que ser criada uma nova versão.
Adoção de um dispositivo móvel (<i>tablet</i> /PDA)	Apesar da vantagem óbvia em termos de flexibilidade na receção do material, existem várias limitações na implementação de um dispositivo móvel. Em primeiro lugar, existe um investimento relativo à aquisição do dispositivo. Seguidamente, tem que ser garantido que o sistema informático é viável para uso em dispositivos móveis com ecrã táctil. Um ponto positivo é que o <i>tablet</i> /PDA pode ser utilizado noutras áreas do armazém, não estando restrito à receção de material.
Sensibilização dos fornecedores relativamente à forma como entregam o material	A facilidade de implementação deste ponto vai depender exclusivamente da disponibilidade dos fornecedores reorganizarem os seus processos. Mesmo assim, e tendo em conta o impacto que as medidas podem ter nos tempos gerais de receção de materiais, faz sentido reunir com os fornecedores e iniciar o diálogo.
Criação de uma ferramenta para permitir a eliminação de locais vazios	Tão importante como organizar o espaço no novo armazém, é garantir que esta organização possa ser mantida a longo prazo. Posto isto, criar a possibilidade ao armazém de, de forma autónoma, libertar espaços para novas referências, seria um passo importante nessa direção.

Alteração dos carros de armazém/Aquisição de novos carros	A substituição de todos os carros do armazém seria um investimento considerável, sendo que deverá ser evitado. No entanto, os carros atualmente utilizados possuem apenas dois níveis, sendo que um destes se encontra muito perto do solo, sendo pouco prático e desconfortável arrumar material que esteja aí colocado. No que toca a divisórias, é uma ideia que, caso seja bem implementada, irá diminuir a duração do processo. É relevante referir que a viabilidade da implementação de divisórias físicas pode ser comprometida pela variabilidade no tamanho dos artigos. Deverá ser realizado um teste provisório para medir o impacto real desta medida.
Definição de uma rota de arrumação	Tendo em conta que vai ser elaborado um procedimento para este processo, a definição de uma rota de arrumação passa a fazer ainda mais sentido, sendo que fará parte da norma.

4.1.3 Soluções Seleccionadas para implementação

Todas as soluções expostas nos últimos capítulos relativas à melhoria do processo de receção foram, de forma mais ou menos direta, aprovadas. A elaboração de um procedimento e a consequente definição de uma rota de arrumação foram as medidas mais consensuais, visto que seriam implementadas mesmo antes da mudança do armazém. Isto implicaria sempre uma revisão destas quando a mudança ocorresse.

A adoção de um dispositivo móvel também foi aprovada. Neste caso, a decisão não passou apenas pela otimização deste processo visto que, como mencionado anteriormente, este dispositivo iria ser utilizado em vários processos. O dispositivo seria um *tablet* que, tendo acesso ao sistema informático, permitira a realização do registo informático no ato de entrega deste.

Quanto à sensibilização dos fornecedores, esta medida também seria incluída no plano de ações, começando numa escala reduzida de modo a perceber o impacto real/viabilidade da medida.

Apesar de apenas ser abordado mais à frente, o processo de mudança de armazém implicou a realização de várias análises à totalidade das referências em sistema. Tendo isto em conta, concordou-se em avançar com uma triagem prévia do material que não faria sentido manter em *stock*.

No caso do ficheiro já existente para este fim, faria sentido atualizá-lo e colocá-lo novamente em funcionamento. No entanto, como este documento depende das localizações dos artigos para extrair dados do sistema e estas vão ser totalmente alteradas, esta ação foi adiada para depois da mudança. Além disso, ficou também planeado que, após a mudança, fosse realizada uma reorganização geral de todas as localizações em sistema, eliminando todos os locais obsoletos e organizando todo o material atualmente em localizações intermédias/genéricas.

Finalmente, no que toca às alterações referentes ao carrinho, e tendo em conta que foram colocadas várias dúvidas sobre a efetividade desta medida, será apenas considerado um pequeno teste, sendo que o seguimento da medida dependerá dos resultados obtidos.

4.2 Implementação e Resultados

4.2.1 Planeamento da Implementação

A elaboração do procedimento para a receção, tendo em conta a importância previamente discutida, foi a primeira medida a avançar. Para garantir que o que fosse escrito era fiel ao processo físico, foram realizadas várias sessões de acompanhamento do processo no armazém. Durante estas sessões também foi reunido *feedback* sobre o estado atual do processo e possíveis melhorias/alterações a fazer. Após a elaboração de um primeiro rascunho, este seria revisto e transcrito para o *formulário* da empresa, para depois ser entregue para revisão e aprovação por parte da direção. Também seria elaborado um guia do processo, com uma abordagem mais visual, para ser colocado no armazém para consulta rápida. Este guia teria uma componente mais visual e seria anexado ao procedimento principal. A rota de arrumação integraria este processo.

Relativamente à implementação de um dispositivo móvel, foi aprovada a aquisição de um *tablet* para uso no armazém. Este dispositivo não só tem acesso ao sistema informático, como também possui um leitor de códigos de barras. Numa primeira fase, seria utilizado o *tablet* como substituto direto do computador, de forma a ambientar a equipa do armazém ao novo dispositivo. Após colhido *feedback*, iria então avançar-se para a alteração dos processos, de modo a maximizar os ganhos provenientes do uso deste.

No que toca à organização dos fornecedores, foi decidido que se iria abordar apenas um fornecedor numa fase inicial. Escolheu-se o fornecedor em que, teoricamente, se sentiria maior impacto pela organização das entregas, devendo-se isto ao facto de não só entregar um grande volume de material, como também entregar material extremamente variável a nível de dimensões.

Quanto à triagem do material em *stock*, a análise iria começar juntamente com a análise geral de *stocks*. Seriam criadas várias classificações de modo a segregar o material

indesejável. O desafio principal seria a escolha dos critérios para realizar essa classificação. Devido à natureza da atividade da empresa, mesmo artigos com pouca ou nenhuma rotação podem ter utilidade para eventuais ações de manutenção. Normalmente, são artigos já descontinuados ou de elevado valor que, apesar de já não serem utilizados na produção de máquinas novas, podem a qualquer momento ser necessários para realizar uma reparação. Também existe o caso contrário, em que artigos com movimentações recentes podem já não ter interesse, sendo por isso candidatos a serem abatidos. Normalmente, são artigos provenientes de projetos especiais ou protótipos. Devido ao número extremamente elevado de artigos, é impossível segregas estas exceções manualmente, pelo que será necessário criar uma estratégia para o fazer automaticamente.

A ferramenta/ficheiro de auxílio à identificação de locais vazios, como já referido, será apenas concretizada após a mudança do armazém, devido à dependência da nomenclatura das localizações que, em princípio, irá sofrer alterações consideráveis.

Por fim, a viabilidade das alterações planeadas ao carrinho de armazém foram postas em causa, principalmente pela equipa do armazém. A principal crítica à compartimentação do carro é o facto das divisórias terem que ser pequenas, o que tendo em conta as quantidades de material, iria invariavelmente criar situações em que o material “transbordava” para outras divisórias. A possível solução para o problema seria criar divisórias físicas, mas aí surge não só o problema da criação destas (que devido ao tipo de carros utilizados provavelmente iria implicar a soldadura de chapas metálicas, de forma a garantir a robustez necessária), como também o problema do transporte de itens de maiores dimensões, que não iriam caber nas divisórias. Posto isto, iria avançar-se com uma solução apenas visual, ainda no armazém antigo, de modo a decidir o seguimento ou não desta medida.

4.2.2 Implementação

Antes de avançar para a implementação das medidas discutidas nos capítulos anteriores, é importante mencionar uma situação que teve grande impacto a nível do funcionamento do armazém e, como consequência, no processo de otimização do mesmo.

No final de 2021, a equipa do armazém foi reforçada, passando a ser composta por quatro elementos. Este novo elemento, ao contrário dos restantes, estaria totalmente dedicado às tarefas gerais do armazém (receção, abastecimento, organização, entre outros). Apesar de existirem várias ineficiências a nível dos processos de armazém, de modo geral, o aumento da mão de obra teve um impacto muito grande, não só na melhoria destes, mas também na implementação de alterações/novas medidas. Ao diminuir a carga de trabalho por trabalhador, não só se criaram mais oportunidades para

a recolha de *feedback* e ações de formação, como também se tornou possível a realização de atividades secundárias (como a impressão de novas etiquetas ou organização dos espaços) com maior frequência.

Falando da implementação das soluções estudadas, a primeira a ser implementada foi a criação de uma norma e um guia visual anexo a esta . Esta ação acabou por coincidir com a entrada do novo elemento na equipa do armazém, pelo que haveria forma de testar a utilidade para alguém ainda não familiarizado com o processo. Tendo sido elaborada a primeira versão, esta foi submetida para aprovação, tendo sido sujeita apenas a pequenos ajustes. Ultrapassada esta primeira fase, o guia visual foi então impresso e afixado junto à área de receção de material, de modo a ser facilmente consultada. Nesta primeira versão estava contemplado o *layout* do armazém original, e não era mencionado o uso do *tablet* para realizar as receções, pelo que após a mudança este teve que ser alterado e, conseqüentemente, submetido para nova aprovação sob a forma de uma nova versão.

Ao contrário da elaboração da norma, a adoção do dispositivo móvel, apresentado na Figura 12, acabou por se revelar mais complexa do que originalmente esperado. Após a chegada do dispositivo, vários problemas que previamente não tinham sido considerados foram encontrados. Com a abordagem inicial de, durante um período de ambientação, este apenas substituir o computador, ficou claro que em termos de rapidez e precisão na execução da receção em sistema, a execução no computador seria sempre mais vantajosa.



Figura 12 - Dispositivo Móvel

Isto deve-se sobretudo ao facto de o *tablet* utilizar o mesmo interface do sistema informático que o computador. Esta interface foi desenhada pensando unicamente na utilização através de um rato e teclado, pelo que estão presentes características (como por exemplo um alto grau de informação disponível em simultâneo e amplas opções

para personalizar a forma como essa informação é apresentada) que são desejáveis quando utilizado um PC, mas negativas na utilização de um *tablet*. A presença de caixas de seleção com pouco distanciamento, botões pequenos e listas extensas de informação, fazem com que a utilização seja desconfortável e pouco prática. Juntando a isto as limitações normais presentes num dispositivo destes, como por exemplo a menor velocidade de introdução de texto, ecrã mais pequeno e o facto de este apenas poder estar ligado à *internet* através de Wi-Fi, a reação inicial foi bastante negativa. Mesmo nos casos em que era impossível rececionar material dentro do armazém, os trabalhadores preferiam realizar o processo em dois passos separados (como originalmente faziam), do que utilizar o *tablet*.

Estando identificados os problemas, foram feitas várias reuniões, tanto com a equipa do armazém como com o departamento de IT. Numa primeira tentativa de facilitar a utilização do *tablet*, foi adquirida uma caneta especial de modo a permitir a utilização mais precisa do mesmo. Apesar de ser notada uma pequena melhoria, esta não foi suficiente para viabilizar a utilização do novo dispositivo. Como foi exposto pelo departamento de IT, não existe uma versão para dispositivos móveis do programa utilizado pela ADIRA, pelo que qualquer alteração teria que ser feita de raiz. Juntando a isto o facto de que, com o novo membro da equipa de armazém, era possível ter duas pessoas em simultâneo a realizar a receção de material, tornou-se cada vez mais difícil a introdução do *tablet* no processo sem que esta fosse forçada, tendo sido por isso posta em *stand by*.

Passando para a identificação e eventual remoção das referências obsoletas, apesar de ter um peso na otimização do processo de receção, é uma parte integral do processo de reorganização e mudança do armazém, que será abordado num capítulo mais à frente. Devido a isto, e para evitar repetição, neste capítulo apenas será abordada a criação da ferramenta de otimização dos espaços.

Para além dos materiais obsoletos, era perceptível que muitas das posições em armazém estavam vazias, mas tinham referências associadas. Por si só, um artigo ter *stock 0* não é algo negativo – basta simplesmente não ter *stock* de segurança – mas o elevado número de artigos nesta situação motivou uma análise mais detalhada ao assunto.

Analisados os dados das referências em sistema, foi possível determinar que, das 3275 localizações presentes no armazém antigo, 3077 serviam como local fixo para uma dada referência. Destas 3077, 644 estavam vazias, ou seja, os artigos nelas alocados tinham *stock 0*. Como referido anteriormente, um artigo ter *stock 0* não significa que a localização deva ser extinta, sendo de extrema importância a adoção de critérios que permitam uma identificação correta das localizações a serem libertadas.

A ideia seria que fossem executadas “limpezas” frequentes (mensal ou de dois em dois meses), de forma a garantir que todos os artigos que não são de *stock* – maioritariamente artigos para projetos especiais – possam ser rececionados, localizados, abastecidos e posteriormente eliminados, criando espaços para outros

artigos deste género. Como tal, os requisitos para a criação desta ferramenta foram os seguintes:

- Fácil de utilizar;
- Configurável;
- apacidade de atualizar facilmente os dados apresentados.

O último ponto é de especial importância visto que, sendo a ideia realizar a análise com regularidade, é imperativo que haja a garantia de que os dados apresentados são atuais e que sejam obtidos de forma rápida.

O resultado final foi um ficheiro MS Excel®, apresentado na Figura 13, conectado ao sistema informático diretamente, onde são extraídos automaticamente todos os artigos com *stock* 0, a sua localização e a data da última baixa destes. Foi também configurado um campo (na figura o campo “Em ordem”) que apresenta o número de unidades de cada referência que têm uma encomenda realizada. Com estes dados, foi simplesmente criada uma fórmula que identificasse todos os artigos sem *stock*, sem receções planeadas e cuja última baixa tenha ocorrido num intervalo superior a seis meses, podendo este número ser facilmente alterado modificando o valor “Nº de meses”, também visível na figura. Do lado do armazém, tudo o que é necessário fazer é selecionar o nº de meses, fazer *refresh* do documento e filtrar o último campo por “Tirar Caixa” e “Tirar Etiqueta” (este último refere-se a posições em estantes que não tenham caixas de plástico). A lista resultante pode ser impressa e usada para libertar as posições fisicamente.

Artigo	LocalFixo	ÚltimoMovimento	Em ordem	Resultado	Caixa	6 meses	Nº de Meses	6
GL2-0132-00-0033	A01-1-1	22/02/2022 18:45	8	OK	Caixa A	---	Resultado	Tirar Caixa
260403608	A01-1-18	20/05/2022 10:37	4	OK	Caixa A	---	Row Labels	Count of Caixa
QU1-0539-00-0101	A01-1-2	04/05/2022 00:09	0	OK	Caixa A	---	Caixa A	26
QU2-0302-00-0197	A01-1-3	13/12/2021 19:50	0	Tirar Caixa	Caixa A	---	Caixa B	12
NM2-0036-00-0060	A01-1-4	16/03/2022 12:05	0	OK	Caixa A	---	Caixa C	5
QU2-0274-00-0382	A01-1-5	24/05/2022 07:38	40	OK	Caixa A	---	Grand Total	43
NM2-0021-42-0001	A01-1-6	11/03/2022 15:26	4	OK	Caixa A	---		
NM2-0052-00-0007	A01-1-8	22/02/2022 18:47	0	Tirar Caixa	Caixa A	---		
170111703	A01-4-16	18/05/2022 13:19	0	OK	Caixa A	---		
171508021	A01-5-6	13/04/2022 15:29	0	OK	Caixa A	---		
150303052	A01-6-6	11/03/2022 15:26	4	OK	Caixa A	---		
120807514	A01-7-11	19/01/2022 19:21	0	Tirar Caixa	Caixa A	---		
101303040	A01-8-18	19/01/2022 17:21	0	Tirar Caixa	Caixa A	---		
120901097	A01-8-2	13/04/2022 10:28	0	OK	Caixa A	---		
120804061	A01-8-6	31/01/2022 17:20	0	Tirar Caixa	Caixa A	---		
NM2-0048-00-0017	A02-1-12	01/04/2022 08:35	0	OK	Caixa A	---		
210309320	A02-1-13	06/04/2022 17:43	0	OK	Caixa A	---		
GL2-0151-01-0015	A02-1-14	16/02/2022 18:26	8	OK	Caixa A	---		
NM2-0048-00-0018	A02-1-15	01/04/2022 08:36	0	OK	Caixa A	---		
215910003	A02-1-16	02/04/2022 07:59	0	OK	Caixa A	---		
GL2-0103-00-0043	A02-1-5	03/03/2022 15:57	4	OK	Caixa A	---		
GL2-0151-00-0027	A02-1-9	16/02/2022 18:26	4	OK	Caixa A	---		
150303130	A02-2-1	02/04/2022 09:32	0	OK	Caixa A	---		

Figura 13 - Ficheiro de Remoção de Caixas

No que toca à sensibilização dos fornecedores, o sucesso desta medida variou bastante de fornecedor para fornecedor. Inicialmente foi abordado apenas um fornecedor,

realizando-se uma reunião com o mesmo. Nessa reunião, foi explicado à empresa que, a nível de processo, as mudanças faladas iriam requerer mudanças profundas e que, de momento, o fornecedor não poderia dar garantias. Depois desta reunião, foi então decidido que este tema seria abordado com vários fornecedores, aproveitando as reuniões previamente marcadas para introduzir o assunto. Alguns fornecedores já entregam o material de forma quase ideal – alguns chegam mesmo a etiquetar cada artigo individualmente com a referência interna da ADIRA – enquanto outros entregam o material de forma totalmente desordenada, resultando em maiores tempos de receção. Após as reuniões, os resultados foram mistos, tendo alguns fornecedores melhorado a organização das entregas (por exemplo, passando a enviar uma guia de transporte por cada caixa e identificando as caixas com os números da guia afeta a estas), enquanto outros não alteraram o processo.

Finalmente, no que toca ao carro de abastecimento, foi implementada inicialmente uma solução simples e meramente visual, apresentada na Figura 14. Dividindo o carro utilizando fita cola e identificando cada divisória com o intervalo de localizações a estas alocado, foi possível ter uma ideia do quão eficiente seria a medida, caso fosse implementada de forma permanente.



Figura 14 – Compartimentos do Carro de Abastecimento

O primeiro problema que surgiu foi o facto de, devido ao peso e quantidade dos materiais, as divisórias serem rapidamente danificadas, sendo necessário refazê-las diariamente – reforçando a ideia de que caso a solução fosse aplicada, teria que ser implementada recorrendo à construção de divisórias robustas. Decidiu-se que, durante uma semana, o carro com as divisórias seria utilizado para a arrumação do material, sendo no final desta colhido o respetivo *feedback*. Em resumo, a receção foi bastante negativa, havendo a destacar os seguintes pontos:

- A utilização da superfície inferior é muito pouco prática, tendo em conta a proximidade com o solo e a largura dos corredores;
- Não é ideal um carro ter divisórias referentes a todas as áreas do armazém visto que, por norma, o material do mesmo fornecedor está agrupado em áreas próximas (no armazém antigo). Isto cria situações em que 3 ou 4 divisórias estão sobrelotadas, enquanto outras estão vazias;
- O número elevado de divisórias faz com que estas sejam pequenas e obriguem a um elevado número de percursos de arrumação, de modo a evitar que o material “transborde” para outras divisórias;
- Tendo em conta que os carros de armazém são todos iguais, podem existir situações pontuais em que o carro de arrumação tenha que ser utilizado para outro fim – algo que não é viável no caso de divisórias físicas;
- Após os primeiros dias do teste, o conceito foi abandonado, visto que muitas vezes as divisórias ficavam cheias com uma única receção, e regularmente ficavam danificadas.

Reunido o *feedback* e analisada a situação, foram discutidas várias possíveis soluções, sendo que nenhuma foi considerada viável. A solução mais direta para o tamanho reduzido das divisórias/utilização do nível inferior seria a utilização de dois carrinhos, dividindo entre eles a área total do armazém. Isto, no entanto, iria piorar a situação da necessidade pontual de utilizar o carro de arrumação para outros fins, e iria aumentar o número de viagens efetuadas. A fragilidade das divisórias iria requerer a construção de divisórias físicas robustas, que não só iriam implicar um investimento, como iriam comprometer a versatilidade do equipamento. Foi também considerada a aquisição de novos carros para o armazém, mas para além do investimento inicial, iria sempre ser necessário fazer alterações a estes para acomodar as divisórias.

4.2.3 Recolha de Resultados

No que toca à recolha de resultados, este processo foi dificultado não só pelas várias mudanças que aconteceram paralelamente ao que foi discutido neste capítulo, mas também pela forma desfasada como foram introduzidas. Estas mudanças drásticas no panorama geral da empresa fazem com que a recolha de resultados relativos a cada uma

das medidas implementadas seja virtualmente impossível, pelo que a situação terá que ser analisada no geral.

O fator a destacar foi a introdução de um novo elemento na equipa do armazém. Como foi previamente exposto, este acontecimento melhorou consideravelmente a produtividade geral do armazém, mesmo antes de terem sido implementadas a totalidade das medidas. Como esta mudança não esteve relacionada com o trabalho realizado durante o estágio, não deveria, idealmente, ser contabilizada.

Posto isto, e de forma a obter resultados tão quantitativos quanto possível, foram selecionados os seguintes indicadores:

- Número de referências por localizar;
- Número de locais disponíveis em armazém;
- Tempo entre entrega de material e receção.

Um outro indicador que foi considerado para esta análise foi o tempo médio de receção. Em teoria, faria sempre sentido recolher dados relativamente a quanto tempo demora o processo e comparar com os dados recolhidos antes da implementação das medidas. No entanto, surgem dois problemas:

1. É extremamente raro existirem duas entregas exatamente iguais, com a exceção de entregas de apenas uma unidade de material. Mesmo para entregas provenientes do mesmo fornecedor, as quantidades e materiais rececionados variam bastante, pelo que nunca se poderia realizar uma comparação direta. Em alternativa, podiam ser cronometradas uma grande quantidade de receções (durante o período de uma semana, por exemplo) e comparar os tempos médios, mas os dados nunca iriam ser 100% fiáveis visto que o volume de encomendas pode variar bastante de semana para semana, para além de que iria ser necessário um grande investimento de tempo;
2. Existe uma quantidade reduzida de dados anteriores à mudança de armazém, tendo sido cronometradas cerca de três receções. Ao contrário dos outros indicadores, o tempo médio de receção não é registado em sistema. Visto não podermos recriar as circunstâncias iniciais, a pequena quantidade de dados faz com que não seja viável elaborar uma comparação.

Relativamente às referências por localizar, foi realizada, a 12 de dezembro de 2021, uma contagem e análise de todas as referências que estavam por localizar dentro do armazém, tendo sido para cada uma atribuído o método de arrumação ideal. Os resultados dessa análise estão expostos no gráfico da Figura 15:

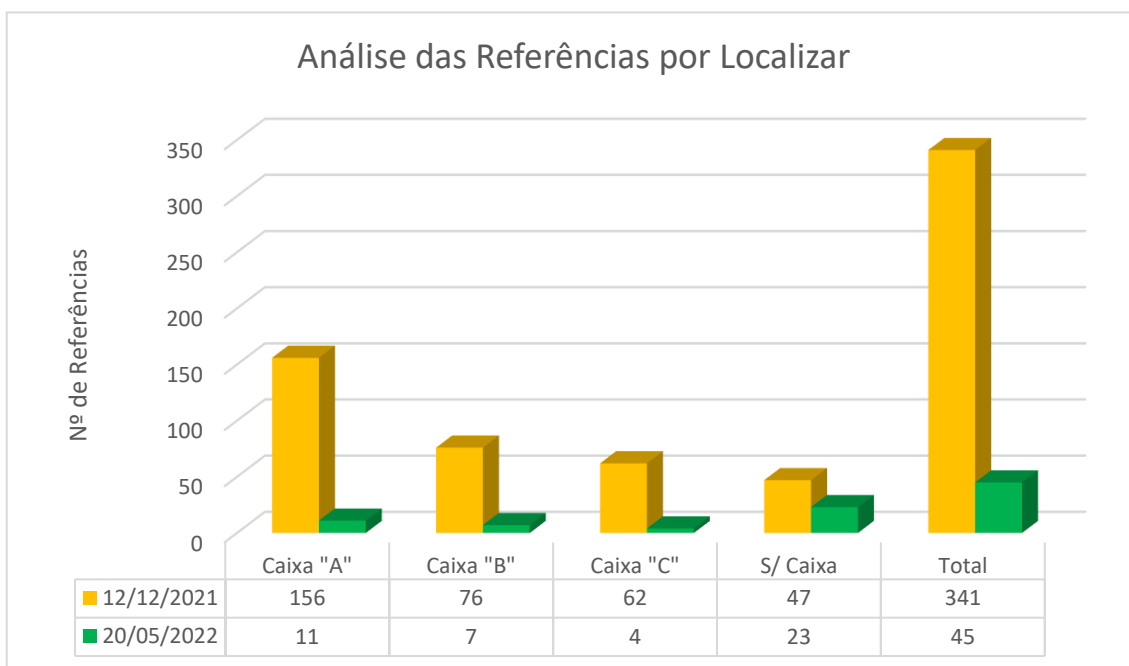


Figura 15 - Gráfico Comparativo do Número de Referências por Localizar

Como é possível constatar no gráfico acima, na altura da análise existiam 341 referências por localizar, ocupando dois carros de abastecimento e ainda espaço no chão do armazém. Apesar da esmagadora maioria do material (86%) ser viável de armazenamento em caixas de plástico, simplesmente não existiam posições livres suficientes para proceder à sua localização. O material não viável de armazenamento em caixas de plástico, apesar de em menor quantidade, também necessitava de espaço nas prateleiras, que simplesmente não estava lá.

Após a mudança do armazém (de onde também foram removidos vários artigos obsoletos), foram realizadas várias análises e limpezas de material com *stock 0*, com recurso à ferramenta criada. Os resultados mostram a redução dramática do número de artigos por localizar. Atualmente, apenas existe um carrinho (Figura 16) destinado a material por localizar, sendo que mensalmente é realizada uma arrumação periódica, de modo a impedir que o material se acumule.

Dos resultados, é evidente que a redução menos significativa foi relativa aos artigos de grandes dimensões que não podem ser arrumados em caixas. Isto deve-se ao facto de para estes artigos ainda existirem algumas restrições a nível de espaço disponível, nomeadamente as mangueiras hidráulicas, que constituem 12 das 23 referências por localizar.



Figura 16 - Carro de Artigos Sem Localização

Relativamente às posições livres em armazém, a situação encontra-se descrita no gráfico da Figura 17. Mesmo mudando o armazém para um espaço mais pequeno e localizando todo o material indicado no gráfico anterior, é possível constatar que existe agora espaço disponível para localizar material. Estes números variam bastante devido às frequentes “limpezas” e posteriores alocações de material, e é importante notar que não seria possível, com o espaço atual, localizar todo o material no carro, respeitando o acondicionamento ideal.

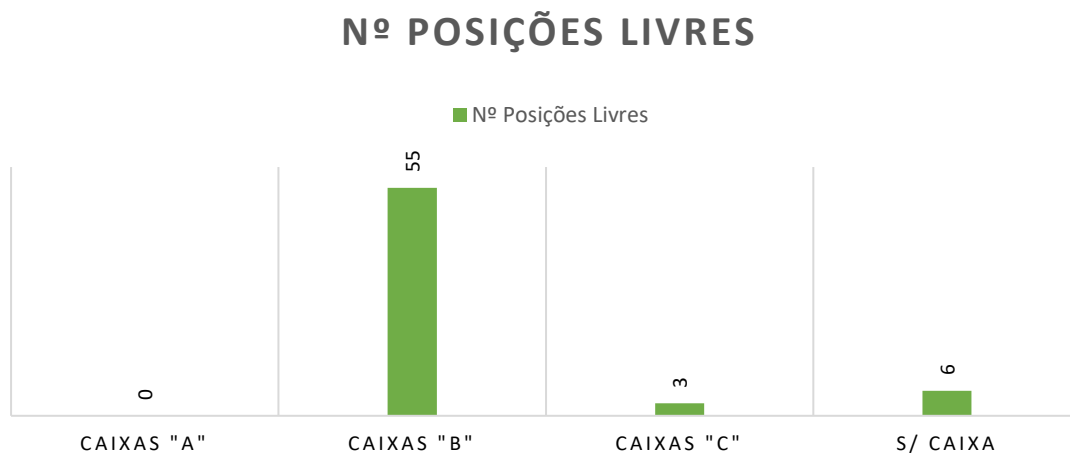


Figura 17 - Gráfico de Número de Posições Livres

Relativamente à situação geral das receções, foi primeiramente analisada a média de dias entre a entrega de material e a receção deste. Infelizmente, a data da entrega de material apenas começou a ser registada em sistema em outubro de 2021, pelo que a amostra disponível é relativamente pequena. Mesmo assim, foram analisadas 2946 receções onde, a partir da informação sintetizada no gráfico da Figura 18, é possível

verificar uma descida acentuada no tempo médio entre entrega e receção. De notar que a descida mais acentuada se deu desde dezembro, o primeiro mês completo em que o novo elemento da equipa esteve presente. Mesmo assim, notou-se uma descida desde fevereiro, essa já relativa à mudança do armazém e implementação das medidas discutidas.

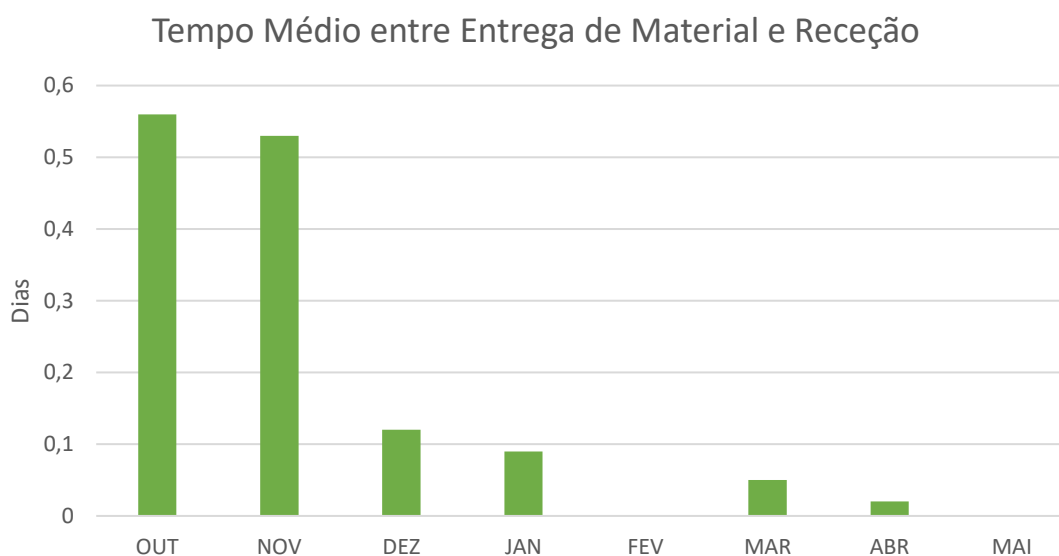


Figura 18 - Gráfico do Tempo Médio de Receção

4.2.4 Análise Crítica dos Resultados

Em suma, é possível concluir que os dois objetivos principais desta vertente do trabalho foram cumpridos: a eliminação de material por localizar e a diminuição das entregas por rececionar.

Relativamente ao primeiro ponto, é mais fácil observar os resultados por se tratar de uma situação mais simples. Com a ajuda do ficheiro criado, a verdade é que a situação de material acumulado em posições intermédias por falta de espaço praticamente desapareceu, e o armazém tem agora todas as ferramentas necessárias para realizar a organização do espaço de forma autónoma.

No que toca ao tempo relativo às receções em atraso, este problema também praticamente deixou de existir, sendo os casos de atrasos desde fevereiro referentes principalmente a entregas proveniente do estrangeiro, que chegaram depois ou muito perto do final do horário de trabalho do armazém, tendo sido rececionadas na manhã do dia seguinte. Neste ponto, a realidade é que duas das medidas pensadas acabaram por não avançar, e o impacto das medidas que foram efetivamente aplicadas foram também impactadas pela adição de um novo elemento à equipa do armazém. Posto isto, e apesar dos resultados terem sido de certa forma inflacionados devido a uma situação

que não é relativa ao trabalho realizado para a elaboração deste relatório, as medidas tiveram efetivamente um impacto palpável na *performance* do armazém assim como na uniformização do processo entre todos os membros da equipa. Foi posteriormente atualizado o procedimento de receção de material de forma a incluir o registo físico e informático da data real de entrega de material, para que de futuro existam dados fiáveis que permitam avaliar e detetar eventuais falhas no processo.

Fluxo Logístico

5.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO INICIAL

5.2. IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS

5 Fluxo Logístico

5.1 Diagnóstico da situação inicial

A nível de fluxo logístico o foco do trabalho era de certa forma mais aberto do que nos restantes capítulos. Fluxo logístico por si acaba por ser um conceito bastante mais genérico do que “processo de receção” ou “elaboração de um *layout*”. De um modo geral, a ideia era otimizar todos os processos envolvidos na movimentação dos materiais entregues por fornecedores, desde o momento da entrega nas instalações da empresa até ao seu destino final. Ora, como já explicado anteriormente, a tipologia dos materiais utilizados pela empresa é extremamente diversificada, sendo que existem diversos processos de movimentação de material.

O processo de otimização do fluxo logístico começou pelo levantamento das áreas críticas em que seria prioritária a otimização dos processos. Os dois pontos críticos foram:

- O processo de abastecimento às máquinas – a recolha, agrupamento e transporte de material para máquinas;
- O processo de transporte de blindagens – nomeadamente o transporte destas desde a estufa da pintura até à respetiva box de montagem;
- Material de grandes dimensões, principalmente para projetos especiais – material com utilização específica (por vezes única), de grande valor e que não tem localização definida.

O processo de abastecimento estava, de forma geral, já definido, sendo o principal problema a alocação do material após o abastecimento estar concluído. Como discutido em capítulos anteriores, o material era colocado num carro de abastecimento, de vários níveis, que era posteriormente levado até às *boxes* de montagem. Muitas vezes o que sucedia era que, devido a atrasos na produção, a *box* não estava disponível quando o abastecimento era concluído, sendo este armazenado em localizações intermédias, quase aleatórias. O problema surge porque o material presente no carro é apenas o material de pequenas dimensões. Material de maiores dimensões (como blindagens ou cilindros hidráulicos) é aviado em paletes, sendo fácil em caso de atraso que o material referente a uma só máquina fique disperso pela fábrica mesmo estando pronto. Outro possível ponto de foco era o abastecimento inicial do material. Simplificando, é criada uma ordem de abastecimento, sendo impressas duas listas: materiais em falta e materiais a recolher. Materiais em falta são materiais com stock atual (em sistema)

insuficiente para responder às necessidades do abastecimento. Material a recolher é a lista de todo o material, ordenados de forma que o trabalhador cumpra apenas um percurso, e com as quantidades necessárias para responder às necessidades de montagem da máquina. Nesta lista são então realizados “vistos” nos materiais recolhidos e anotadas as situações em que existem faltas inesperadas de material (sendo estas situações relativamente raras). Este processo é, ainda, algo arcaico, tendo desenvolvido há largos anos sem que tenha sido atualizado.

Outro problema no abastecimento era causado pela pouca antecedência entre o ato da recolha do material e a necessidade deste. Isto causava situações em que por vezes atrasos na realização desta tarefa ou mesmo faltas de material não detetadas em sistema (erros de *stock*) poderiam ter um enorme impacto no planeamento da produção. Seriam estudadas várias possíveis soluções com o intuito de conseguir eliminar ou, pelo menos, reduzir ao máximo os problemas descritos.

As blindagens de uma máquina nada mais são do que as peças em chapa de aço que se encontram no exterior da máquina, formando a sua “carroçaria”. Para estes artigos foram criados *kits* (*kits* de blindagens) que nada mais são do que um agrupamento de todas as peças deste tipo para uma determinada máquina. Esta designação tem maior impacto a nível de sistema informático, nomeadamente stocks e encomendas, porque fisicamente apesar de virem agrupados os artigos não sofrem quaisquer modificações. Olhando para as quinadoras (gama PA) os kits de blindagens diferem apenas entre os modelos de 3 e 4 metros de comprimento. Mesmo havendo diferenças nos artigos a tipologia destes é a mesma, sendo cada kit constituída por 27 referências, em diferentes quantidades.

O problema de fluxo logístico relativo a estes kits estava centrado no processo de transporte dos mesmo dentro da fábrica, isto porque, como mostra o esquema sla, existem vários paços desde que o material é rececionado até que este seja aplicado na máquina, como é possível observar no esquema Figura 19.

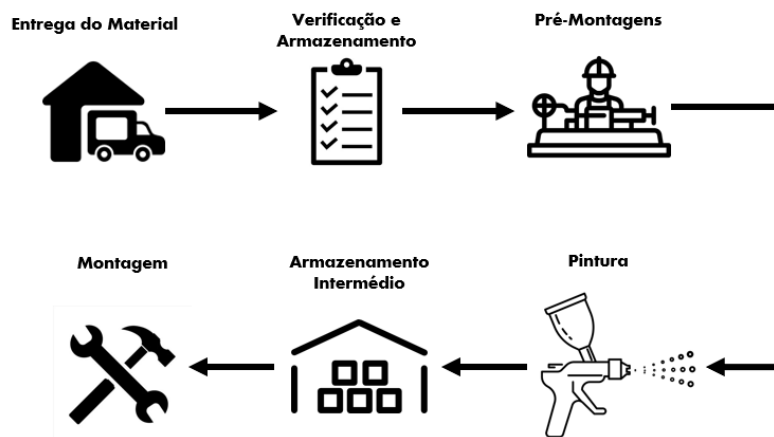


Figura 19 – Esquema de Processos Para as Blindagens

Após chegarem, em palete, os kits são depois encaminhados para a área das pré-montagens, onde são instaladas as dobradiças em algumas blindagens. Após este passo estas seguem para a pintura e é após as blindagens saírem da pintura que se encontra o principal problema. O *kit* completo chega numa paleta, acondicionado de forma bastante compacta. Isto permite transportar a paleta facilmente, sem nunca separar o *kit*. O problema surge porque este acondicionamento envolve contacto direto entre as peças de chapa de aço, algo que ,após a pintura, é inviável. Seria necessário desenvolver um novo método de transporte, idealmente que servisse para todas as etapas do processo, que simplificasse esta operação.

Por fim, o problema dos materiais de grandes dimensões. Esta situação divide-se, no entanto, em duas partes: material standard e material especial. Material standard, mesmo com grandes dimensões e valor monetário, terá sempre uma gestão (a nível de espaço ocupado) mais fácil, visto existir uma necessidade regular e constante para este, bastando para controlar os *stocks* suspender as entregas. A isto junta-se o facto de grande parte do material de grandes dimensões ser fornecido por fornecedores nacionais, onde o planeamento fino das entregas se torna mais fácil. Já para o material especial as consequências são as mesmas, sendo a resolução mais complicada. Material para projetos especiais, como o nome indica, não tem necessidades regulares, pelo que caso um projeto especial se atrase (ou seja até cancelado) a possibilidade de aproveitamento e escoamento do material é bastante reduzida. Mesmo na gestão das entregas existe a dificuldade acrescida de haver uma maior dependência de fornecedores internacionais, que por sua vez oferecem mais resistência a replaneamentos nas entregas.

5.1.1 Formulação de Possíveis Soluções

Dividindo as diferentes soluções possíveis por problema, são primeiramente apresentadas, na Tabela 8, as possíveis soluções para o processo de abastecimento:

Tabela 8 - Problemas e Possíveis Soluções

Problema/Situação	Soluções/Melhorias
Definição do Processo	Assim como no capítulo anterior, a primeira solução a implementar passou pela criação de um procedimento para o processo de abastecimento às máquinas, englobando tanto a componente física como informática. Assim como o procedimento de receção este poderia ser implementado antes da mudança do armazém, sendo atualizado após a mudança.
Utilização de um dispositivo móvel	Tendo este tópico sido abordado após a abordagem ao processo de receção, a aquisição de um tablet para a equipa do armazém já era um tópico a ser discutido, sendo a possível implementação deste também no processo de abastecimento um ponto forte para uma possível aquisição. Como o processo envolve uma <i>checklist</i> , em papel, a ser preenchida à medida que é percorrido o armazém, a implementação parece bastante viável tendo em conta o foco da empresa na digitalização de processos.
Criação de “parque de estacionamento” de carros de abastecimento	A solução de “criar um espaço para colocar todo o material já aviado” apesar de direta tem um problema chave – a falta de espaço no chão da nova nave. Mesmo que fosse encontrado o tempo para realizar uma limpeza ao espaço simplesmente não existia espaço para a colocação do material a ser retirado. Além dos constrangimentos globais já falados várias vezes, juntava-se o facto de na altura do estágio começou a montagem do projeto de uma máquina de 600 toneladas destinada à produção de postes de iluminação no norte de África. Na verdade, a máquina é constituída por duas quinadoras de gama pesada, a trabalhar em tandem, que trabalham em conjunto com um acompanhador de quinagem. Um projeto desta dimensão requer, para além de muito

material extremamente volumoso, muito material específico.

Relativamente ao transporte de blindagens, apresentadas na Figura 20, sendo um problema mais simples e conciso, a solução seria desenvolver um método de transporte para as blindagens, idealmente viável de ser utilizado durante todo o processo. Foram estudadas várias possibilidades no mercado, sendo que, devido à geometria das peças, teria que ser desenvolvida uma solução internamente, sendo adquirido apenas uma base.



Figura 20 - Kit de Blindagens



Figura 21 - Carro de Transporte de Blindagens

As faltas de soluções para aplicação direta no mercado acabaram por dar alguma liberdade na projeção de soluções, visto estas terem que ser fabricadas na empresa. Posteriormente, foi descoberto que existia um carro já feito para este fim, algures na fábrica. Este carro, presente na Figura 21, foi desenhado para carregar um kit completo, após pintura. Após o projeto ter sido abandonado o carro está funcional e poderá ser usado sem que sejam necessárias alterações.

No extremo oposto do tema das blindagens está o tema do material de grandes dimensões. O uso do chão da nave A como espaço de armazenamento sempre foi uma situação cuja eliminação era um dos objetivos da empresa. Com as obras de mudança de armazém tornou-se uma necessidade a redução do material no chão do armazém, no entanto atrasos constantes tanto nas entregas como nas máquinas causavam um

acumulação crescente de material. Apesar de não existir uma ideia concreta sobre como proceder, uma solução que parecia essencial era recorrer a estantes de elevada capacidade, instaladas junto às paredes do armazém. Devido às atividades a realizar na nave A, o espaço disponível para a instalação das estantes era relativamente reduzido, havendo a necessidade de estudar a melhor forma de implementar as mesmas. Em resumo as 3 propostas foram:

1. Criação de estantes em todas as paredes livres do armazém para armazenamento estático;
2. Criação de uma estante entre zona de pré-montagens e nave B;
3. Criação de estantes estáticas alocadas a cada box de montagem.

5.1.2 Análise Crítica das Soluções

De forma a simplificar a interpretação da análise das soluções propostas, foi elaborada a seguinte tabela:

Tabela 9 - Análise de Soluções Apresentadas

Solução	Comentários
Elaboração de um Procedimento	Mais uma vez, a elaboração de um procedimento acaba por ser benéfica não só para o abastecimento, mas para a organização geral da empresa. A decisão da elaboração deste procedimento foi tomada assim que foi dada luz verde para a elaboração do processo de receção.
Utilização de um dispositivo móvel	No que toca ao aspeto físico do processo, sendo este realizado longe do computador e em andamento, o tablet acaba por fazer sentido. Mesmo já conhecendo as limitações do interface do sistema informático no que toca ao uso de ecrãs tácteis, o facto das ações serem extremamente simples (colocar vistos é facilmente substituído por <i>checkboxes</i>). Por outro lado, tanto as listas de faltas como as de materiais aviados são digitalizadas e seguem, fisicamente, com o material aviado. Isto porque é a única forma de comunicar com as equipas de produção que material foi realmente entregue.

Criação de “parque de estacionamento” de carros de abastecimento

Este ponto está dependente da arrumação de material de grandes dimensões. Caso seja bem-sucedida, esta solução irá avançar, visto que o espaço ocupado justifica o aumento exponencial do controlo do material. De modo a reduzir o desperdício de espaço terá que ser estudada a quantidade de *slots* assim como as dimensões dos mesmos. A aplicação desta medida permitiria a implementação de um abastecimento com maior antecedência em relação ao início da montagem. Isto iria permitir uma maior capacidade de resposta a imprevistos assim como um indicador visual do ritmo da produção.

Criação de Carro para Transporte de Blindagens

A existência de um modelo funcional abandonado acaba por mostrar a complexidade desta tarefa. Existem várias decisões a serem tomadas sendo as principais:

- Utilizar o mesmo carro para todo o processo? A realidade é que, apesar de ser a solução ideal a nível de uniformização do processo, este é o principal fator de complexidade do processo. Força a que o transporte seja delicado, compacto e ao mesmo tempo que a carga e descarga das blindagens seja rápida e cómoda. A manutenção das paletes até à pintura permitia que a solução fosse menos rápida, com maior foco na proteção das peças pintadas, tornando a sua projeção mais fácil, mas ao mesmo tempo diminuindo a utilidade geral e, por sua vez, a atratividade do investimento necessário.
- Utilizar o carro para todas as peças? Apesar dos kits serem constituídos por 27 referências, apenas cerca de 10 peças (5 referências) não são viáveis de transporte manual. Enquanto para carregar todas as peças são necessários múltiplos carros, focando apenas os componentes maiores poderia ser necessário apenas um carro. No entanto, a ideia de criar um kit para, mal o material chegue ao armazém, o desfazer vai contra a ideia de manter o material de uma máquina agregado durante todo o processo logístico.
- Utilizar o carro existente como base? Efetivamente é transportado 1 kit, de forma segura, podendo ser até utilizado como zona de armazenamento temporário. Poupar-se-ia tempo na conceção e desenvolvimento de um novo método de transporte, mas a solução não é de todo apelativa.

Criação de Estantes para Paletes junto às Paredes do Armazém

Foram também encontradas estantes para paletes, desmontadas, armazenadas no fundo da nave A. Apesar de algo antigas, os componentes (vigas, bastidores, entre outros) aparentavam estar em boas condições. Sendo que apenas seria necessário investir em elementos de fixação e numa inspeção geral para a certificação das estantes (também necessária para estantes novas). Estas seriam instaladas no único espaço onde ainda não tinha sido alocada nenhuma atividade. Isto significa que a decisão sobre que artigos colocar nestas teria que ser bem estudada.

Criação de uma estante entre zona de pré-montagens e nave B

A utilização de uma estante como “parede” entre dois setores proporcionava uma excelente oportunidade de aproveitamento de espaço. Os níveis inferiores podiam ser utilizados para passar o material das pré-montagens para a zona da montagem de máquinas. Enquanto isto os níveis superiores serviriam para armazenamento estático. Esta aplicação trazia 3 principais problemas:

1. Investimento inicial;
2. Segurança – Armazenamento em altura numa estante rodeada por zonas de trabalho acaba por ser uma situação extremamente perigosa devido à queda de material, mesmo que este risco fosse eliminado com a implementação de redes numa das faces da estante;
3. Praticabilidade da solução – armazenamento de paletes em altura envolve equipamentos de movimentação, que por sua vez envolve corredores de manobra de acordo com o raio de viragem dos equipamentos. Isto iria retirar bastante espaço útil a ambas as áreas divididas pela estante, e o corredor não iria permitir a facilidade da utilização dos níveis inferiores como ponto de passagem de material.

Criação de estantes estáticas alocadas a cada box de montagem.

A ideia era, ao receber o material nas instalações, este ser alocado diretamente à box de montagem. Este método seria apenas viável para o material especial, visto que as boxes da montagem para as máquinas *standard* são pequenas e estes materiais não sofrem ao mesmo nível do problema de retenção de stocks. Aqui o desafio seria não só o investimento (pelo menos 6 estantes) mas também a justificação do mesmo. Isto porque, para

projetos especiais, nem sempre estarão os 6 espaços a ser utilizados em simultâneo. A isto junta-se o facto de certos projetos (como por exemplo o *Afric Light*) ocupa não só duas boxes do lado onde inicialmente foi montada, mas, também as duas boxes na parede oposta, visto que o acompanhador de quinagem ocupa mais de metade da largura do armazém.

5.1.3 Soluções Selecionadas para implementação

Tanto a elaboração do procedimento como a implementação do dispositivo móvel avançaram, tendo por base as medidas implementadas no capítulo anterior.

A implementação do parque de abastecimento, assim como a alteração das datas de abastecimento recebeu luz verde, ficando dependente do sucesso da arrumação do material de grandes dimensões.

Uma medida que não segui em frente, até à altura da elaboração do relatório, foi a projeção de carros para o transporte dos kits de blindagens. O carro atual era muito pouco prático, sendo apenas útil para a fase pós pintura, e sendo o investimento necessário para recriar o mesmo injustificável. A elaboração um carro singular, apenas para as blindagens de maiores dimensões, mostrou-se desafiante, visto que o transporte vertical das peças era vantajoso a nível de espaço, mas trazia problemas a nível de facilidade de colocação e recolha destes nos carros, devido aos suportes necessários. O transporte longitudinal era mais prático, mas envolvia um carro base bastante maior. Ora após serem consultados vários fornecedores não foi encontrada uma solução atrativa para nenhuma das configurações. A adicionar a isto, e por motivos alheios à dissertação, a empresa foi forçada a subcontratar a pintura das blindagens, a termo temporário, deixando de haver a necessidade de transportar as mesmas entre várias etapas. Apesar de não existir uma forma verdadeiramente ideal de armazenamento destas a verdade é que o investimento, tanto de tempo como monetário, não era atrativo o suficiente para que o projeto avançasse tendo em conta a situação atual, ficando assim em *stand by*.

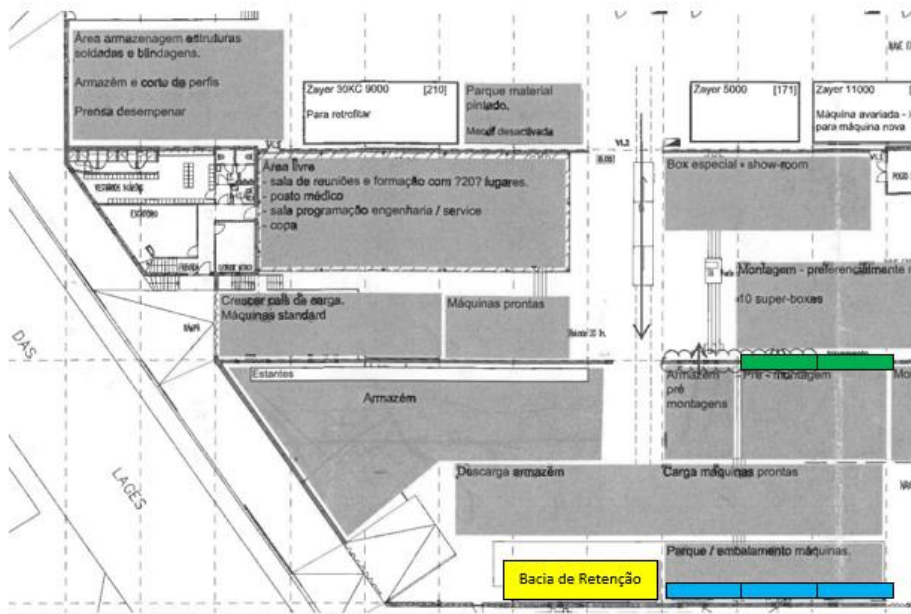


Figura 22 - Posicionamento das Estantes

As estantes recuperadas iriam ser montadas na posição indicada por as áreas a azul na Figura 22 e posteriormente inspeccionadas antes de nestas ser colocada carga. Já tendo o material, uma localização e uma necessidade de armazenar paletes em altura a instalação das paletes começaria quase de imediato.

Quanto à estante entre as duas naves (na figura anterior, a verde), devido aos pontos explicitados no capítulo anterior ficou decidido que para operar o equipamento com o nível de segurança necessário, ambas os setores (pré-montagens e montagem) ficariam demasiado condicionados, não justificando, por isso, o investimento.

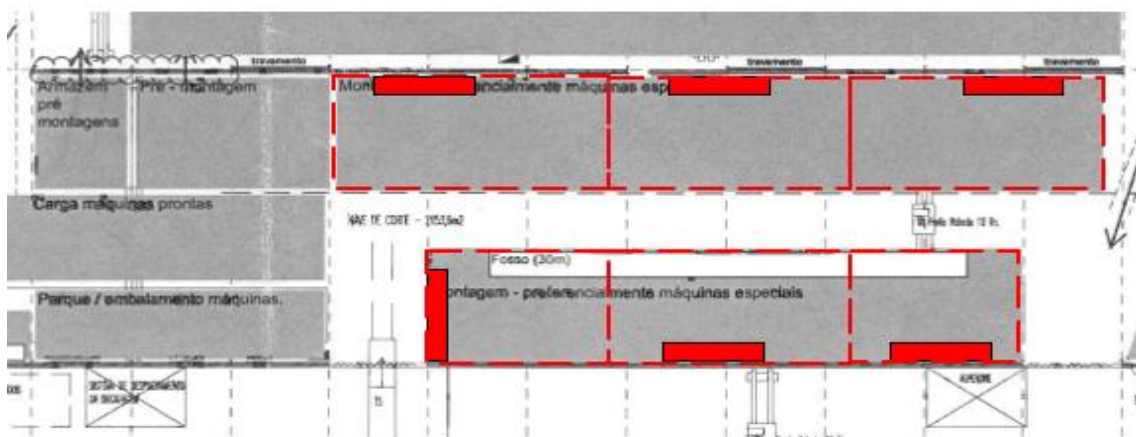


Figura 23 - Localização das Boxes de Montagem Especiais

Finalmente, no que toca à implementação de estantes de montagem, foi dada luz verde para a instalação das estantes em cada uma das boxes de montagem. A realidade é que a esmagadora maioria dos projetos têm dimensões semelhantes às máquinas *standard*, ocupando apenas uma box. Adicionalmente, a definição de máquina *standard* foi tornada mais restritiva, aumentando o número de máquinas com a designação especial que, por sua vez, iriam ser montadas na nova nave. Mesmo no raro caso de inutilização de uma das *boxes* especiais, a estante poderia ser utilizada para alocar material de outra máquina, ou mesmo material *standard*, desde que devidamente identificado e documentado. As localizações das estantes afetas às boxes especiais podem ser consultadas nas Figura 23.

5.2 Implementação e Resultados

5.2.1 Planeamento da Implementação

O procedimento foi desenvolvido de forma imediata, sendo que apenas englobava o processo de abastecimento dentro do armazém. Sendo que o processo já estava bem definido, foi simplesmente passado para papel, verificado com os trabalhadores e enviado para aprovação. No caso de existirem mudanças (novo *layout*, utilização do *tablet*, entre outros) este teria de ser revisto.

Relativamente ao *tablet*, verificou-se, de certa forma, uma repetição do sucedido no capítulo anterior. Foi criada uma página de modo a apresentar uma *checklist*, na tentativa de substituir o papel. Apesar dos problemas de ergonomia e visualização do sistema informático no dispositivo móvel, devido à simplicidade da ação, a reação acabou por não ser tão negativa como no processo de reação. O problema por, até ao momento, não existir forma de substituir o papel. As boxes de montagem não têm acesso a um terminal de forma a consultar as listas de abastecimento, havendo apenas terminais partilhados espalhados pela fábrica. Isto implica que seria necessário fornecer as listas em papel, para consulta da parte da equipa da montagem. Ora, entre realizar o trabalho em papel e digitalizar o mesmo ou preencher a lista em papel e imprimir esta a escolha foi simples: o papel era mais prático e mais rápido. Apesar da melhoria, trabalhar com o *tablet* continuava a ser desconfortável e desnecessariamente difícil, mesmo em funções simples como realizar um *scroll down* na barra lateral de uma lista. Posto isto, atualmente o *tablet* encontra-se operacional, não fazendo, no entanto, parte de nenhum dos procedimentos neste trabalho abordados.

Tendo sido dada a luz verde a duas soluções de armazenamento de material de grandes dimensões a criação do parque de carros de abastecimento tornou-se cada vez mais viável, estando sempre dependente do sucesso destas medidas. Entretanto, seria

estudada as dimensões ideias do parque, pelo departamento industrial usando como base o planeamento da produção, de modo a ocupar apenas o espaço necessário.

Tendo sido encontrada uma empresa que forneceria os elementos de ligação, fixaria as estantes ao solo e procederia à sua inspeção, foi apenas necessário limpar os elementos das estantes e planear que materiais seriam aqui acomodados. Teria de ser realizada uma análise para definir o número de níveis, assim como as alturas deste níveis, tendo em conta o material nas estantes armazenado. Esta análise começou pela extração das listas de material dos modelos *standard* com maior frequência de produção e a subsequente identificação de todos os artigos viáveis para o armazenamento em palete, como é visível na Figura 24. Através da frequência de máquinas/semana, *lead times* e stocks de segurança foram calculadas as quantidades mínimas e máximas espectáveis de cada material.

Item	Descrição	Lead Time	Lead Time (wk.)	S. S.	Itens/Máquina	Reorder Qty	Máx. Stock	Min Stock	Itens/paleta	Máx. Paletes	Mín. Paletes
NM1-0201-00-0254	Cilindro	50	10	3	2	40	43	3	4	11	1
131004024	VEIO RECTIF D50H6 L932MM	5	1	0	2	4	4	0	30	1	0
QU2-0255-00-0134	ACRILICO DA PORTA	12	3	6	2	12	18	6	48	1	1
QU1-0126-00-0061	BARRA DE APERTO	15	3	75	15	90	165	75	315	1	1
QU1-0142-0K-0082	KIT BRACO EIXO R	15	3	6	2	12	18	6	16	2	1
QU1-0124-00-0034	CORPO INTERM H125 L27	30	6	75	15	180	255	75	105	3	1
171303271	MOT EL 15kW 50Hz IE3	5	1	0	1	2	2	0	1	2	0
183102015	BLOCO INTEGRAL SI/MONIT	95	19	4	1	38	42	4	3	5	1
NM3-0205-00-0057	GRUPO ENERG 25CM3	0	0	0	1	2	2	0	2	1	0
QU1-0140-0K-0023	KIT BRAÇO X C/ MOTOR	15	3	5	1	6	11	5	6	2	1
QU1-0140-0K-0025	KIT BRAÇO X SI/ MOTOR	15	3	5	1	6	11	5	6	2	1
170106147	CALHA ART 68x21xR125 L1500	17	4	6	1	8	14	6	7	2	1
NM2-0108-01-0005	FUSO E FEMEA	60	12	20	2	48	68	20	38	2	1
735001951	BARRA AP RAP H=60	20	4	59	16	128	187	59	540	1	1
735001952	BARRA AP RAP H=60	21	5	21	4	40	61	21			
701603305	PUNÇÃO H105 85° R0.8	25	5	15	4	40	55	15			
701602302	PUNÇÃO H105 85° R0.8	31	7	2	1	14	16	2			
721103300	MV60 (50 22 35 16)	25	5	5	4	40	45	5	95	2	1
721104300	MB60 (50 22 35 16)	15	3	5	1	6	11	5			
75491568	CUNHAS P/ MESA BOMB	120	24	3	1	48	51	3	3	17	3
171518084	BARREIRA SEGURANCA RES 40MM	10	2	8	1	4	12	8	12	1	1
QU1-0300-0K-1037	KIT BLIND PA0135/160/220_40	10	2	0	1	4	4	0	1	4	0

Figura 24 - Análise de Material por Máquina

No entanto, devido ao facto de vários componentes serem partilhados entre as máquinas em estudo, o método de análise dos artigos foi reformulado. As listas de material das várias máquinas foram compiladas numa só, tendo sido eliminadas as referências duplicadas e, mais uma vez, identificados os materiais passíveis de armazenamento em paleta. Também durante esta análise foi detetado que os *lead times* em sistema eram, de certa forma, bastante pessimistas. Isto, juntamente com o facto de o cálculo da quantidade de espaço disponível assumir que apenas poderia haver uma encomenda ativa de material (intervalo entre encomendas era o valor do *lead time*), acabou por gerar números extremamente elevados para o espaço disponível.

				Total Itens	Total Itens	Total Itens	Total Itens	Total Itens
				45	50	75	66	25
				MÁQ./MÊS	MÁQ./MÊS	MÁQ./MÊS	MÁQ./MÊS	MÁQ./MÊS
				6	6	6	6	2
				MÁQ./SEMANA	MÁQ./SEMANA	MÁQ./SEMANA	MÁQ./SEMANA	MÁQ./SEMANA
				2	2	2	2	1
Descrição	Lead Time	Lead Time (wk.)	S. S.	Itens/PA13530	Itens/PA13540	Itens/PA22030	Itens/PA22040	Itens/GH630
Cilindro	50	10	7	2	2	0	0	0
VEIO RECTIF D50h6 L932MM	5	1	0	2	2	2	2	0
ACRÍLICO DA PORTA	12	3	6	2	2	2	2	0
CORPO INTERM H125 L27	30	6	75	15	15	0	15	0
KIT BRACO EIXO R	15	3	6	2	2	0	2	0
GRUPO ENERG 25CM3	0	0	0	1	1	1	1	0
BLOCO INTEGRAL S/ MONIT.	95	19	4	1	1	1	1	0
MOT EL 15kW 50Hz IE3	5	1	0	1	1	1	1	1
KIT BRAÇO X C/ MOTOR	15	3	5	1	1	1	1	0
KIT BRAÇO X S/ MOTOR	0	0	0	0	0	0	0	0
Cilindro	50	10	3	0	0	2	2	0

Figura 25 - Análise Atualizada de Referências

Exemplificado na Figura 25 está o novo método de análise, onde todos os artigos presentes nas BOMs das principais máquinas foram compilados, tendo sido eliminados os artigos duplicados. Relativamente aos lead times estes foram praticamente desconsiderados. Isto porque, devido ao planeamento a longo prazo, o material em armazém é, muitas vezes, referente a ordens de compra com meses de antecedência. Posto isto, os únicos fatores relevantes para calcular as quantidades médias de material eram os consumos semanais e os stocks de segurança.

										Considerando o LT=1	
										Máx. Estantes	Mín Estantes
ES	Total Máquinas/Mês									8	4
	33										
										Total Posições	Total Posições
ANA	Total Máquinas/Wk.									69	35
	13										
020	Total Itens/Máquinas	Total Itens/Semana	Reorder Qnt.	Máx. Stock	Mín Stock	Itens/paleta	Máx. Stock2	Mín. Stock	Máx. Paletes3	Mín. Paletes4	
	4	8	80	87	7	4	15	7	4	2	
	10	18	18	18	0	30	18	0	1	0	
	8	16	48	54	6	46	22	6	1	1	
	55	100	600	675	75	105	175	75	2	1	
	8	14	42	48	6	16	20	6	2	1	
	4	8	8	8	0	2	8	0	4	0	
	4	8	152	156	4	9	12	4	2	1	
	7	11	11	11	0	1	11	0	11	0	
	5	9	27	32	5	6	14	5	3	1	
	0	0	0	0	0	0	0	0			
	4	8	80	83	3	4	11	3	3	1	

Figura 26 - Demonstração de Resultados da Análise

Os valores obtidos para cada artigo, visíveis na Figura 26 (acima), foram posteriormente conferidos com o pessoal do armazém assim como, para alguns casos, foram extraídos os históricos de stock para garantir que os valores se aproximavam da realidade. Como visível na estante, mesmo garantindo apenas os níveis mínimos de stock, o espaço disponibilizado por estas estantes não iria ser suficiente, sendo que as estantes alocaariam 27 paletes. Isto porque os 9 espaços do nível superior estavam, numa fase

inicial, reservados para a alocação do material abatido enquanto este aguardava uma última inspeção.

De modo a auxiliar tanto na seleção dos materiais a serem armazenados, como nas alturas de cada nível, foram realizadas medições individuais para aos artigos que, *a priori*, iriam ficar armazenados nestas estantes, estando na seguinte figura (Figura 27) apresentado um exemplo.

CORPO DA ALMOFADA		GL1-0210-00-0016
Unidade manuseamento Almofadas	Palete EURO	
Dimensões C x L x A [mm] =	1200	
	800	
	610	
Almofadas por palete =	24	
MÁX. paletes stock =	3	
MÍN. paletes stock =	1	
Altura viga estante [mm] =	135	
Cota nível 0/1 (paletes 1-2-3) =	1220	
Cota nível 1/2 =	1355	




Figura 27 - Exemplo da Análise Dimensional

Tendo em conta o investimento considerável na aquisição das 6 estantes para as 6 boxes especiais, foram contactados vários fornecedores e entidades de inspeção de estantes. De forma a simplificar o processo (e minimizar custos) as estantes iriam ser relativamente pequenas, medindo 2700 x 800 x 4000 mm e conseguindo acomodar 3 paletes (EURO1) por nível, possuindo 5 níveis. Isto permite que, salvo raras exceções, todo o material de grandes dimensões seja aqui armazenado, desimpedindo o chão da nave. O funcionamento destas estantes iria ser ligeiramente diferente da estante de material *standard*. O objetivo era armazenar o material relativo a uma máquina especial diretamente na *box* onde esta seria montada, sendo o material quase diretamente aviado à máquina assim que é recionado.

5.2.2 Implementação

A primeira medida a ser implementada foi a criação do procedimento. Neste caso, e como o processo estava melhor definido internamente (em comparação com o processo de receção) este apenas foi elaborado após a mudança do armazém. Este medida evitou a revisão do procedimento logo após a mudança do armazém, sendo que, como todo o processo estava bem definido, este procedimento não foi considerado urgente.

Relativamente às estantes para material de maiores dimensões, estas foram instaladas após a mudança do armazém, ficando o seu uso pendente da avaliação e certificação por parte de uma entidade competente. Após a obtenção da certificação necessária foi

então dada luz verde para a utilização da estante, como é possível constatar na Figura 28. No final os níveis assim como a sua respetiva alocação foram os seguintes:



Figura 28 - Estante para Material Standard

Tabela 10 - Dimensões e Tipologia de Material por Nível

Nível	Altura do Nível	Material a Armazenar
0	900 mm	Cilindros Hidráulicos e Grupos Energéticos
1	850 mm	Componentes Mecânicos (peso médio)
2	650 mm	Kits de Material Mecânico (conjuntos de material de pequenas dimensões)
3	850 mm	Material Mecânico Leve (por exemplo kits de blindagens)
4	210 mm*	Referências Obsoletas

*altura relativa ao topo dos bastidores

O nível superior, apesar de atualmente ser utilizado para o armazenamento dos artigos abatidos, iria servir apenas para o armazenamento de material com baixo peso e rotação. Isto porque, devido à altura, a alocação de material pesado causaria um risco de acidente desnecessário.

Relativamente às estantes da zona de montagem de máquinas especiais, o projeto avançou sem problemas. Assim como nas estantes de material *standard*, estas foram, antes de certificadas antes de se proceder à utilização das mesmas. No entanto, e devido à montagem do projeto *Afric LightI* (Figura 29), 5 das 6 *boxes* de montagem estão inoperacionais, pelo que ainda não foi possível utilizar o sistema como pretendido. As estantes já estão, no entanto, montadas, como é possível observar na figura Figura 30.



Figura 29 – Projeto *Afric Light*



Figura 30 – Estante Máquinas Especiais

Por fim, foi idealizado o parque de estacionamento. Este espaço foi dividido em 6 colunas, cada uma delas destinada a alocar o material relativo a uma máquina. Cada espaço foi, por sua vez, dimensionado para acomodar o carro de abastecimento mais 5 paletes. Existiu um período de testes, com um “parque” mais pequeno, de forma a testar não só esta medida, mas também o adiantamento do abastecimento em relação ao início de montagem. Tendo os resultados iniciais sido promissores foi então elaborado o espaço definitivo, exposto na Figura 31.



Figura 31 – Parque de Carros de Abastecimento

5.2.3 Recolha de Resultados

Neste capítulo, a recolha de resultados foi mais desafiante do que inicialmente pensado, não só devido à natureza mais genérica dos problemas encontrados, mas, também, ao facto de um número relativamente pequeno de medidas terem sido implementadas, principalmente tendo em conta o estudo de possíveis soluções.

Relativamente ao processo de abastecimento, apesar da implementação de um procedimento para o processo, mais nenhuma medida foi implementada que impactasse a eficácia e eficiência deste. Posto isto, e, mais uma vez, considerando a adição de mais um elemento à equipa do armazém, é impossível quantificar a melhoria do processo, pelo menos no que toca à fase de recolha e entrega de material.

No que toca à arrumação das estantes houve, de facto, uma melhoria. Previamente à mudança do armazém (e na altura ocupando o espaço onde este de momento se encontra) encontravam-se no chão da nave A 104 paletes. Ao momento da elaboração desta dissertação existem 34 paletes no chão da nave A. Sendo que o objetivo final seria sempre atingir 0 paletes armazenadas no chão, houve, efetivamente, uma redução considerável.

Finalmente relativamente ao parque de abastecimento, esta medida, estando dependente da arrumação da nave A para ser implementada teve um curto espaço de tempo para ser devidamente avaliada. Em termos de arrumação é claramente vantajosa, agrupando todo o material aviado numa única localização, de forma organizada, possibilitando assim uma gestão visual (facilmente é verificável a falta de material, principalmente material em palete).

A antecipação das datas de abastecimento teve um impacto considerável na gestão de faltas, garantindo não só uma melhor noção das faltas reais da máquinas como também aumentando o período de reação, no caso de ser detetada uma falha na informação presente no sistema informático. No entanto, esta antecipação partiu do departamento da produção, e a verdade é que o impacto é mais sentido na vertente das compras do que necessariamente no armazém, no que toca ao departamento da logística. Sendo o foco da tese a otimização da gestão de armazéns, não seria apropriado incluir os resultados desta medida visto que, apesar de influenciar os processos do armazém, não é uma medida nem desenvolvida nem diretamente aplicada por/a este.

5.2.4 Análise Crítica dos Resultados

Quando comparado com os outros capítulos, é claro perceber que, no que toca à otimização do fluxo logístico, as medidas implementadas não tiveram o impacto desejável. Os problemas sentidos estão de certa forma conectados ao facto de estas estarem dependentes de muitos fatores internos. A instalação das estantes nas boxes de montagem de máquina de especiais, apesar de concluída, ainda não pode ser verdadeiramente avaliada. Isto porque estando as boxes inoperacionais as máquinas estão a ser montadas na nave B. Posto isto estas estão, com a exceção de uma das estantes, a armazenar material do projeto *Afric Light*.

A única medida verdadeiramente quantificável é a redução de paletes no chão da nave. Apesar de ser um indicador extremamente simples, é importante perceber que, para além de se ter reduzido o número de paletes armazenadas no chão, foram criados vários espaços para o seu armazenamento, com a particularidade de muitos destes espaços ainda não estarem disponíveis.

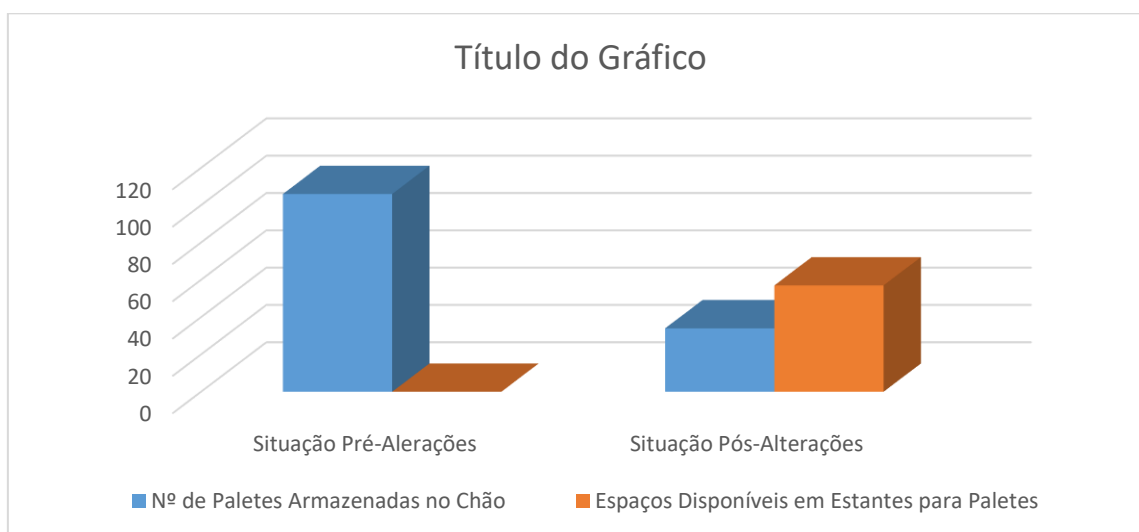


Figura 32 – Gráfico de Arrumação de Paletes

Como é possível verificar no gráfico da Figura 32, não só houve uma redução no número bruto de paletes por arrumar, mas também foram criadas condições para, idealmente, arrumar todas as paletes presentes na nave A. Se considerarmos uma situação “normal”, em que uma máquina especial ocupa apenas uma *box* de montagem e, conseqüentemente, uma estante, teríamos 4 estantes disponíveis (retirou-se também a única estante já a ser utilizada corretamente). Tomando uma abordagem conservadora, iremos desconsiderar o nível superior devido à possível dificuldade em manobrar as paletes dentro da *box* de montagem, assumindo que o quinto nível ficará reservado para acomodar material de apoio (cintas, oleados, correntes, entre outros). Conseguimos então extrair um total de 12 espaços por estante, 48 no total. Adicionando a este número os 9 espaços ocupados pelas referências a abater no topo da estante *standard* obtemos então o valor de 57 espaços livres. Apesar da arrumação não ser 100% direta (nem todas as paletes podem ir para todos os espaços), tendo em conta a diferença entre paletes e espaços é possível afirmar, com um grau de certeza suficiente, que foram criadas condições para resolver o problema da arrumação de paletes.

~

Projeção e Otimização do *Layout* do Armazém

6.1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO INICIAL

6.2. IMPLEMENTAÇÃO E RESULTADOS

Em termos de *layout*, as estantes estavam dispostas em corredores paralelos, com corredores de passagem perpendiculares a estes em ambas as extremidades, como é visível na Figura 34. As estantes para paletes (E18, E20, E22, E24) situavam-se à direita da porta onde havia um amplo espaço, de modo a permitir a operação de *stackers* elétricos para carregar/aceder às estantes. À esquerda da porta, encontrava-se a área de receção de material, onde se encontravam não só as bancas com computadores, mas também o “parque de estacionamento” para os carros de armazém.

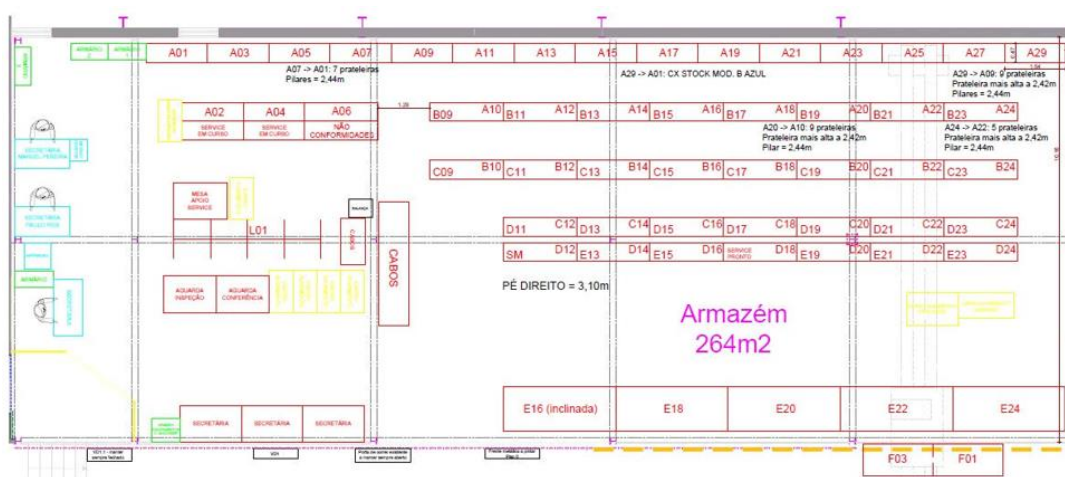


Figura 34 - Layout do Armazém Antigo

A nível de acondicionamento de material, como referido no capítulo 3, existem quatro tipos de acondicionamento utilizados nas estantes mais comuns: três tipos de caixas de plástico e armazenamento sem caixa (o material é pousado na prateleira). Existem, no entanto, dois tamanhos para as estantes mais comuns, sendo que as capacidades destas são diferentes. A informação relativa ao acondicionamento de material em armazém encontra-se exposta na Tabela 11:

Tabela 11 - Caracterização das Estantes do Armazém

Tipo de Estante	Dimensões (CxLxA) [mm]	Nº de Estantes	Nº Caixas/Estante (Tipo A/B/C)
Estante Pequena	1540 x 470 x 2440	17	N.D./80/36
Estante Grande	1845 x 470 x 2440	34	288*/88/48
Estante Paletes	2820 x 1100 x 2440	4	---
Estante Inclinada	2820 x 1100 x 2440	1	---
Cantiléver	3690 x 950 x 2100	1	---

Apesar de, como já foi referido, o armazém ter sido alvo de uma reorganização em meados de 2020, foram detetadas vários pontos onde havia espaço para melhorias.

Em primeiro lugar, estava a distribuição das referências dentro do armazém. No armazém original, as referências foram agrupadas em primeiro lugar por tipo de acondicionamento (caixas “A,” “B” ou “C” ou sem caixa) e depois por tipo de material. Isto fazia com que nas estantes existissem “zonas” para diferentes tipos de materiais. Por exemplo, haveria uma ou duas estantes com maioritariamente vedantes ou duas prateleiras com apenas válvulas. Em teoria, este conceito tem as suas vantagens, sendo a maior delas a facilidade na localização de artigos, principalmente nos casos em que por algum motivo não fosse possível consultar a localização em sistema do mesmo. No entanto, verificou-se que estes casos eram praticamente inexistentes, deixando o método então de ter vantagens aparentes.



Figura 35 - Demonstração do *Picking* Bilateral

Outra área que podia ser melhorada era a do aproveitamento do espaço entre estantes. Como é possível verificar na Figura 35, apenas as caixas do tipo “A”, devido às suas pequenas dimensões, permitem a colocação de duas caixas nas prateleiras, “costas com costas”, o que por sua vez vai permitir a realização de *picking* pelos dois lados da estante. Isto vai então significar que, para todas as estantes que não contenham este tipo de caixas, é desvantajoso ter acesso aos dois lados, visto que na melhor das hipóteses o acesso é redundante, e na pior é impossível aceder aos artigos (não é possível aceder aos artigos pelas “costas” das caixas). Tendo isto em conta, e observando o acondicionamento dos artigos na Figura 36, apenas para as estantes que contêm caixas “A” (marcadas a verde) faz sentido ter acesso dos dois lados, sendo que para as restantes estantes nesta posição, isto significa um desaproveitamento do espaço.

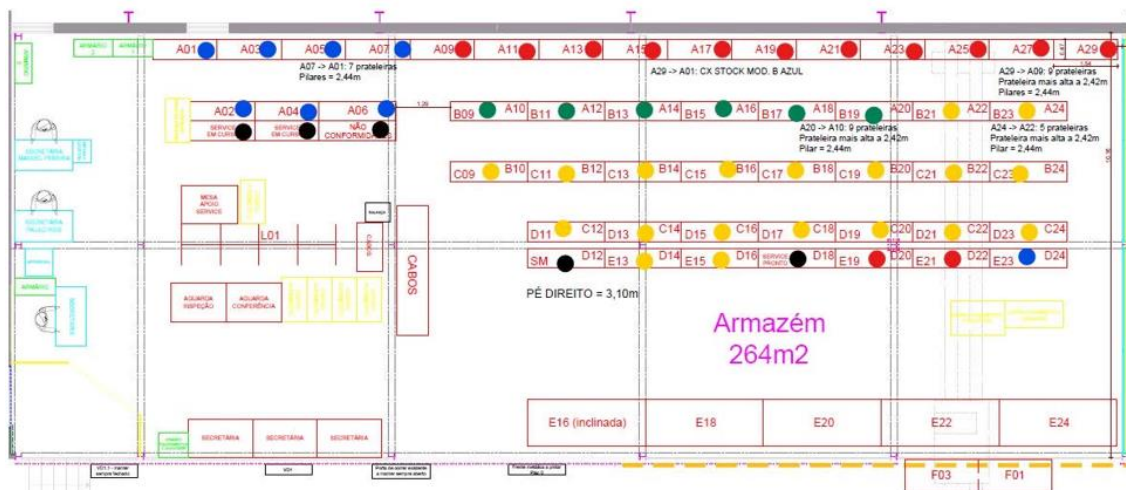


Figura 36 - Esquema de Alocação de Material - Armazém Antigo

Um assunto já referido nesta dissertação é o das referências obsoletas. Em 2020 foi realizado um abate de referências consideradas como obsoletas, mas, desde então, existiram mudanças significativas tanto na forma como a empresa produz máquinas, como no tipo de máquinas que a empresa produz. Enquanto a situação com as caixas vazias, já discutida no capítulo relativo ao processo de receção de material, envolvia apenas a remoção das etiquetas e a eliminação das posições em sistema, o abate de artigos em *stock* implica um maior cuidado e responsabilidade, sendo que os critérios para um eventual novo abate têm de ser muito bem definidos. O acumular de referências sem rotação, para além de limitar o espaço disponível, faz também aumentar o valor dos *stocks* da empresa, valor esse que a empresa considerou como um dos objetivos principais reduzir.

Mais um tópico que merecia atenção para a mudança era a utilização da parede direita do armazém como área de armazenamento de artigos de grandes dimensões, nomeadamente calhas metálicas, painéis de acrílico e grandes caixas de cartão espalmadas. Para além de ser uma forma pouco organizada de armazenar material, por vezes os artigos ocupavam a passagem que, devido à largura reduzida dos corredores, impediam os carros de armazém de prosseguir. A largura dos corredores do armazém, em geral, apesar de suficiente para a realização de todas as ações necessárias, é bastante reduzida, sendo que seria ideal aumentar mesmo que marginalmente o espaço entre estantes.

Por fim, o último tópico a requerer atenção foi o da otimização das formas de acondicionamento. Devido à situação caótica a nível mundial, não só das cadeias de abastecimento, mas também da produção de componentes eletrónicos, os grandes fornecedores deste tipo de material viram-se forçados a cancelar entregas e posteriormente agrupar as entregas em atraso, entregando grandes quantidades de material ao mesmo tempo. Isto criou situações em que, devido ao excesso de material

a ser entregue, os componentes mais antigos ficavam “esquecidos” sob o material acabado de chegar – o que tendo em conta que o tipo de material em questão está abrangido por uma garantia da parte do fornecedor, é uma situação sempre a evitar. Outra situação relativa ao acondicionamento do material era o baixo aproveitamento do espaço das caixas de plástico. Mesmo existindo três tamanhos diferentes de caixas, por vezes o material muito pequeno nunca atingia níveis de *stock* suficientes para ocupar um terço do volume total da caixa, o que resultava num mau aproveitamento do espaço disponível, facto agravado pela falta de espaço a nível geral no armazém.

6.1.1 Formulação de Possíveis Soluções

De modo a tornar a informação mais fácil de interpretar as possíveis soluções pensadas, foi criada a

Tabela 12:

Tabela 12 - Análise de Possíveis Soluções

Problema/Situação	Soluções/Melhorias
Aquisição de um VLM	Um VLM (<i>Virtual Lift Module</i>) é um sistema composto por duas estruturas de armazenamento em altura (similares a estantes) e uma plataforma móvel, automática, que circula entre estas. O armazenamento é feito em tabuleiros, sendo todos os artigos armazenados em cada tabuleiro registados no equipamento, permitindo assim que o utilizador apenas selecione a que artigo quer aceder, e o sistema automaticamente seleciona e transporta o tabuleiro que contém o artigo até à abertura. Este sistema, para além de outras vantagens, permite armazenar uma enorme quantidade de itens numa área relativamente pequena. Caso seja adotado, permitirá eliminar uma enorme quantidade de estantes, libertando espaço no armazém.
Novo <i>Layout</i>	Tendo em conta as restrições tanto de área como de geometria, o desenvolvimento do novo <i>layout</i> previa-se que trouxesse bastantes dificuldades. De forma a facilitar o estudo de diferentes possibilidades, decidiu-se criar uma maquete de testes, utilizando recortes das estantes à escala, para possibilitar o rápido teste de várias

configurações sem ter que realizar cálculos numa primeira fase. Tendo como base a literatura exposta no segundo capítulo, os principais pontos a ter em conta são:

1. Tentar ao máximo transferir todas as estantes do armazém antigo para o novo;
2. Aumentar a largura dos corredores;
3. Evitar corredores muito longos sem interrupções;
4. Ter atenção ao material que faz sentido ficar armazenado perto da entrada;
5. Deixar espaço suficiente em frente às estantes de paletes de modo a permitir a operação segura de equipamentos como stackers e empilhadores elétricos.

Alocação do Material nas Estantes

Não existe uma resposta certa para a melhor forma de alocar o material, no entanto foram identificadas três possibilidades:

- Por tipo de material (atual);
- Por rotatividade;
- Por máquina.

Implementação de FIFO

Dependendo da localização do material eletrónico em questão, seria vantajoso implementar prateleiras inclinadas ou, caso isso seja impossível, indicadores visuais de como retirar e abastecer o material nas prateleiras, de modo a evitar que o material mais antigo permaneça desnecessariamente em *stock*.

Novo método de acondicionamento para artigos de pequenas dimensões

Procurar soluções no mercado, nomeadamente recipientes mais pequenos, que permitam uma maior densidade de artigos por área. Também seria viável a introdução de divisórias nas caixas já existentes, fazendo com que a mesma caixa sirva de localização para duas referências distintas.

Remoção de Artigos Obsoletos

É necessário criar uma listagem com todos os artigos considerados obsoletos, para que na altura da mudança do armazém seja efetuada a separação. Mesmo que posteriormente exista uma verificação extra (antes do abate dos artigos), é necessário ser muito criterioso com a forma como os artigos irão ser categorizados.

6.1.2 Análise Crítica das Soluções

Relativamente ao VLM, o ponto menos favorável seria sempre o investimento requerido para a aquisição do equipamento. No entanto, a única vantagem do novo espaço em relação ao anterior é o aumento exponencial do pé direito, que passou de 3 m para cerca de 9 m. Devido ao espaço relativamente pequeno e alta rotatividade dos artigos, seria pouco prático e perigoso armazenar artigos em altura, visto que requereria o uso de paletes e, como consequência, *stackers* e empilhadores. O VLM seria perfeito, visto que poderia utilizar na totalidade os 9 m de pé direito, não comprometendo a segurança dentro do armazém.



Figura 37 - Exemplo de VLM (www.modula.eu)



Figura 38 - Exemplo de VLM (www.ssi-schaefer.com)

Como é visível nas Figura 37 e Figura 38, o equipamento é totalmente fechado, sendo que mesmo no extremamente raro caso de queda de material, não existe a hipótese de este colocar em risco a integridade física dos colaboradores. Para além das vantagens já mencionadas a nível de aproveitamento de espaço, são de destacar mais duas vantagens do equipamento: não só existe a possibilidade do equipamento trabalhar em sincronismo com o *WMS*, permitindo ao utilizador selecionar não só o artigo, mas também a quantidade desejada, sendo os níveis de *stock* atualizados automaticamente, como também é possível importar listas de artigos para o sistema em que o equipamento iria consecutivamente trazendo os artigos da lista até ao colaborador, até ao fim da lista. Isto poderia ter um grande impacto principalmente a nível do abastecimento de máquinas, em que o utilizador, ao invés de realizar um percurso ao

armazém com a lista dos artigos a recolher, simplesmente esperava junto ao VLM enquanto este apresentava os artigos requeridos para a máquina a abastecer.

Tendo sido criada uma maquete, tornou-se mais fácil visualizar e detetar eventuais falhas com os *layouts* que iam sendo criados. Visto que a área do novo espaço era inferior à do espaço original, seria muito difícil manter todas as estantes e cumprir com todos os pontos indicados. Aumentar a largura dos corredores, eliminar ou organizar material encostado à parede do armazém e garantir que não são criados corredores muito longos, são tudo medidas que vão requerer espaço extra para completar. Manter as estantes com paletes dentro do armazém também condiciona o espaço, visto que é necessário um espaço amplo para manobrar de forma segura os meios de movimentação utilizados para armazenar paletes em altura – *stackers* e empilhadores. Outro constrangimento no espaço é a presença de vigas salientes em toda a parede da nave, o que, por sua vez, impede que seja colocada uma linha contínua de estantes encostada a esta. Na mesma parede existem ainda dois tensores, cruzados entre duas vigas de sustentação, que não permite encostar estantes à parede.

A forma ideal de alocação dos materiais é um problema cuja resposta não é evidente. Mesmo reunindo *feedback* de vários colaboradores da empresa, não houve uma escolha unânime. Por um lado, a situação atual é familiar e, apesar de não ter nenhuma vantagem aparente para além de uma gestão visual mais fácil, não prejudica o funcionamento do armazém. A maior crítica é que os artigos vão, invariavelmente, ter que ser retirados das estantes durante a transferência para o novo espaço, sendo que ter esse trabalho sem implementar melhorias acaba por ser um desperdício de uma oportunidade para reorganizar as referências sem um enorme investimento de tempo. A separação por rotatividade implicaria uma análise profunda de todas as referências em armazém, sendo que também teria que haver um cuidado especial para definir as categorias utilizadas. Outro problema seria a possibilidade de, com as limpezas regulares de caixas vazias, as novas referências serem inseridas sem estarem organizadas por rotatividade. A grande vantagem seria garantir que todos os artigos com maior rotação ficaram perto da entrada/área dos colaboradores, poupando tempo e otimizando todos os processos. Por fim, a segregação por máquina implicaria uma análise mais simples e em certa parte iria organizar os artigos por rotatividade, sendo que as máquinas com mais saída irão definir os artigos com maior rotação. O problema seriam os casos das peças partilhadas entre várias máquinas e os diferentes tamanhos entre peças, que por sua vez iam impossibilitar a implementação total deste método.

A implementação do FIFO seria, por um lado, uma questão mais simples do que o inicialmente pensado, visto que grande parte dos artigos eletrónicos tinham rotatividade suficiente para manter os níveis de *stock* baixos o suficiente para que a gestão pudesse ser feita pelos elementos do armazém, ou então tinham rotação muito baixa, mas apenas uma ou duas unidades em *stock* de cada vez. Por outro lado, existiam realmente artigos com excesso de *stock* em que o FIFO não estava a ser cumprido, e os

artigos mais recentes saiam antes dos mais antigos. Nestes casos, devido às dimensões dos artigos e às quantidades em *stock*, seria difícil implementar o FIFO fisicamente sem comprar equipamentos de armazenamento novos.

Para artigos de pequenas dimensões, mesmo as caixas tipo “A” acabam por ser excessivamente grandes. Uma solução estilo armário com várias gavetas pequenas iria aumentar exponencialmente a densidade de artigos na mesma área ocupada atualmente por uma estante. Também seria interessante estudar a possibilidade de criar divisórias para as caixas atualmente em uso, uma solução certamente mais económica do que a compra de armários novos. Esta medida poderia mesmo fazer com que fosse possível eliminar algumas estantes, aumentando o espaço disponível em armazém.

De modo a obter um equilíbrio entre evitar eliminar artigos sem valor e evitar manter artigos obsoletos em *stock*, deverão ser considerados vários critérios. Idealmente, os artigos seriam inspecionados por membros da equipa de *Service* que teriam uma melhor ideia dos artigos que, mesmo não sendo utilizados, têm valor suficiente para serem mantidos em *stock*. No entanto, e devido ao elevado número de artigos sem rotação atualmente em *stock*, esta tarefa não é viável de ser feita manualmente. No caso de ser feita uma análise à totalidade das referências para a alocação do material dentro do armazém, faria sentido juntar esta análise também.

6.1.3 Soluções Selecionadas para implementação

Relativamente ao VLM, foram inquiridos vários fornecedores, tendo dois realizado visitas às instalações da ADIRA, seguidas de estudos detalhados e propostas finais. Ambas as propostas apresentadas eram muito semelhantes a nível de dimensões e capacidade de armazenamento, sendo a maior diferença o preço final. Ambos os equipamentos ocupariam uma área entre 9 e 10 m^2 e, sendo ambos modulares, existia a possibilidade de armazenar todas as 3160 caixas (1780 tipo A, 1056 B e 324 C) que a empresa possuía. Inicialmente, a ideia era armazenar no equipamento apenas as 1056 caixas do tipo B, de forma a libertar as 13 estantes que estas ocupavam. No entanto, e mesmo com todos os benefícios que a instalação de um VLM traria, existiam três principais razões pelas quais esta solução não avançou:

- Em primeiro lugar, estava o investimento necessário. Em média, um equipamento destes teria um custo de cerca de 50 a 60 mil euros, mesmo na configuração mais pequena, para apenas 1056 caixas.
- Os prazos de entrega nunca seriam inferiores a 6 meses. Mesmo que se avançasse com a compra destes, nunca seriam instalados antes da mudança do armazém, pelo que seria necessário planear a mudança sem estes e, quando chegasse a altura de os instalar, remodelar totalmente o armazém novamente. A instalação do equipamento iria implicar uma paragem considerável da atividade do armazém, assim como a remoção de estantes ainda com artigos alocados, de forma a criar uma área de trabalho.

- Avançando com o projeto de remoção de referências obsoletas, assim como a eliminação de caixas vazias, o problema da falta de espaço ficaria em teoria resolvido, pelo que a aquisição deste equipamento iria servir uma vertente de otimização e não necessidade.

Posto isto, o projeto de adoção de um VLM foi suspenso, ficando em aberto uma possível abordagem futura ao tema.

No que toca ao *layout* final, não havia uma ideia *à priori* sobre qual seria a solução a seguir. Devido à geometria irregular do espaço, foram experimentadas diferentes configurações envolvendo a rotação das estantes, de forma a ficarem perpendiculares às paredes. As principais versões ponderadas para os *layouts* do armazém foram as seguintes:



Figura 39 - Layout V1

Na primeira versão apresentada na Figura 39, tanto os carros de abastecimento como as estantes para paletes não tinham espaço dentro do armazém, sendo que foram colocados fora. A parede do lado direito da imagem foi aumentada, visto que havia a possibilidade de aumentar ligeiramente a área do armazém. O grande problema deste *layout* era o facto de todas as estantes terem acesso dos dois lados, o que, como referido anteriormente, é um desperdício de espaço, excepto nos casos das estantes com as caixas mais pequenas, onde o *picking* de ambos os lados é possível.



Figura 40 - Layout V2

Na segunda versão, apresentada na Figura 40, e já com um melhor aproveitamento do espaço, foi possível não só incluir duas estantes de maiores dimensões, como também aumentar o espaço na zona de receções, de forma a facilitar o trabalho aos elementos do armazém. Com a inclusão das estantes com paletes, foi porém necessário criar o espaço necessário para a operação segura dos meios de movimentação indispensáveis ao manuseamento de paletes em altura, pelo que os ganhos de forma geral não foram tão significativos como inicialmente idealizado.

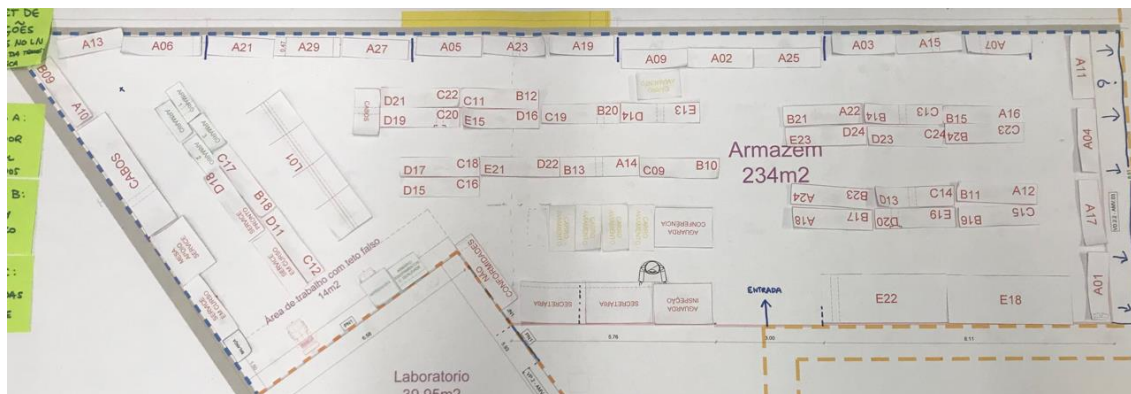


Figura 41 - Layout V3

Na terceira versão (Figura 41) foram feitas alterações a nível da colocação das estantes, com acesso dos dois lados, de modo a garantir que os corredores tenham 1 m de largura. Foi também eliminado o longo corredor da versão anterior, tendo sido criada uma abertura a meio, de forma a facilitar a circulação pelo armazém. O espaço em frente às estantes de grandes dimensões foi por sua vez diminuído, estando apenas ligeiramente acima da largura necessária para a operação dos equipamentos de movimentação de material. A partir desta versão, foi confirmado que a área do armazém não iria ser aumentada como indicado pelas setas azuis no lado direito das imagens (por exemplo Figura 41), pelo que esse espaço não poderia ser considerado.



Figura 42 - Layout V4

Na quarta versão, o espaço atrás das secretárias foi reorganizado, passando agora a maioria das estantes a estarem alinhadas com a parede superior e direita, como é possível verificar pela Figura 42. Foi também criado um corredor extra em frente à área das estantes com paletes, de forma a maximizar o número de estantes que cabem dentro do armazém. Mesmo sendo esta a versão mais competente do *layout*, existiam bastantes reservas quanto à sua viabilidade, nomeadamente tendo em conta o espaço em frente às estantes de maiores dimensões, e ao facto do *cantilever* (L01) estar afastado da porta, quando os artigos aí armazenados são não só pesados, como também têm grandes dimensões.

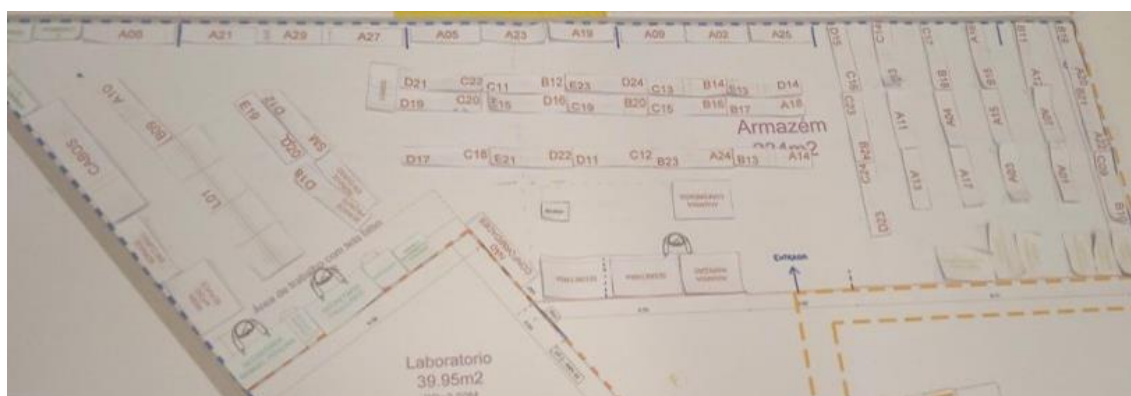


Figura 43 - Layout "Horizontal"

A partir deste ponto, tornou-se cada vez mais difícil encontrar um *layout* que possibilitasse a inclusão de todas as estantes. Como pode ser visto na Figura 43, foi inclusive testado um *layout* com parte das estantes perpendiculares às restantes, mas tendo em conta que iriam ser criados vários corredores sem saída, esta hipótese foi rapidamente descartada.

Depois de várias tentativas sem sucesso para otimizar o *layout*, tornou-se evidente que existiria uma discrepância entre as dimensões das estantes e as dimensões da planta do espaço. Isto deveu-se ao facto de, ao contrário do que inicialmente tinha sido assumido, as escalas da planta usada para recortar as estantes e a escala da planta do novo espaço eram diferentes, pelo que as estantes na maquete ocupavam um espaço superior à realidade. Posto isto, foi formulado um novo *layout* usando a maquete como um guia geral, e posteriormente confirmado, recorrendo a cálculos e com a elaboração de uma planta elaborada no *software* SolidWorks®. Este *layout*, apresentado na Figura 44, maximiza o número de estantes em armazém sem comprometer os espaços de circulação/trabalho. Em relação à localização antiga, o armazém perde apenas duas estantes de paletes, sendo que ganha a nível de espaço entre estantes e espaço junto à zona das secretárias. Tanto o *cantilever* como a zona de receções estão situadas perto da entrada e, no que toca às estantes de paletes, existe um espaço com cerca 2600 mm

Sobre o tema do material pequeno e do sub-aproveitamento por parte destes mesmo das caixas mais pequenas, foi realizado um estudo sobre as possíveis soluções disponíveis no mercado. Em primeiro lugar, foi consultado o fornecedor das caixas de plástico com o intuito de perceber se existia a possibilidade de implementação de divisórias nas caixas que a empresa possuía, sendo a resposta negativa. Seguidamente, foram pesquisados armários de gavetas para peças pequenas, cujos espaços fossem ainda mais pequenos do que os das caixas A. A ideia seria remover uma estante, ou mesmo algumas prateleiras de uma estante, e preencher esta com estes armários, de modo a aumentar exponencialmente o número de artigos armazenados. No entanto, e como foi o caso com o VLM, esta solução foi abandonada visto que em teoria, devido à implementação de outras medidas, o espaço disponível já não era uma prioridade, estando o foco agora na otimização do espaço. Além disso, surgiram os seguintes problemas:

- As caixas que iriam ser substituídas pelo armário não teriam outro uso prático;
- As estantes das caixas A acomodam um número muito grande de artigos, pelo que a melhoria, apesar de considerável, não iria ser tão grande como no caso da alocação de outras caixas;
- O investimento necessário para a aquisição dos armários era bastante superior ao inicialmente pensado - entre 400 € e 600 € por armário, sendo que para “preencher” uma estante, seriam necessários pelo menos 6.

Finalmente, no que toca ao abate de materiais/componentes obsoletos, seria aproveitada a análise de rotatividade dos artigos para sinalizar os potenciais materiais obsoletos, sendo depois sobre estes realizada uma nova análise, de forma a perceber que artigos realmente não têm uso/valor para a empresa. Seriam depois adotados critérios para diferenciar os artigos que, mesmo não tendo rotação, poderiam ter valor, necessitando estes ser analisados um a um. Durante o processo de armazenagem, estes artigos iriam ser segregados, catalogados e posteriormente verificados uma última vez, antes de se proceder ao abate físico dos mesmos.

6.2 Implementação e Resultados

6.2.1 Planeamento da Implementação

A ordem com que as soluções foram planeadas foi alterada relativamente ao ponto 6.1.1, visto apenas fazer sentido planear a mudança física do armazém após todos os artigos terem uma alocação definida no novo *layout*.

O planeamento começou com uma análise detalhada a todos os artigos em sistema. Todos os dados extraídos foram relativos ao período entre janeiro de 2020 e setembro de 2021. Primeiramente foram extraídos do sistema informático vários dados como a

listagem de todas as transações de stock realizadas (assim como as quantidades transacionadas e o destino destas), os *lead times* de cada artigo assim como as quantidades mínimas de encomenda (caso existam) e uma lista com todos os artigos em sistema onde estavam discriminados:

- Localização Atual
- Stock Disponível
- Data da última transação
- Unidades em ordem (unidades encomendadas)
- Unidades em reserva (unidades reservadas para satisfazer a necessidades planeadas)

Com estes dados como base foi então elaborada uma análise de rotação com base nas quantidades transacionadas. Para isso foram criadas 3 categorias – A, B e C – sendo todos os artigos agrupados numa destas. Organizando os artigos por número de unidades transacionadas e recorrendo às percentagens cumulativas todos os artigos foram caracterizados de acordo com os seguintes critérios:

- Classe A → % cumulativa $\leq 65\%$
- Classe B → $65\% < \%$ cumulativa $< 90\%$
- Classe C → % cumulativa $\geq 90\%$

Dos 9788 artigos analisados 2% eram da classe A, 16% pertenciam à classe B e 82% à classe C. Isto mostrou que tendo em conta o tipo de materiais usados pela empresa, uma análise de rotatividade por unidade não é o melhor indicador. Por exemplo consideremos os dois artigos A e B:

- O artigo A foi utilizado apenas uma vez (1 transação) mas foram utilizadas 50 unidades.
- O artigo B foi utilizado 40 vezes (40 transações) mas sempre de forma unitária.

Segundo a análise realizada o artigo A estaria “melhor” classificado, sendo que em termos de alocação faria mais sentido o artigo B estar mais próximo da área de receção.

Isto fez com que artigos utilizados em grandes quantidades (anilhas, parafusos, abraçadeiras entre outros) empurrassem todos os materiais que são utilizados em menores quantidades, mas com maior frequência para as classificações B e C.

Tendo sido notado este problema foi realizada uma análise complementar, desta vez baseada no número de baixas por artigo (número de vezes que foi utilizado). Mais uma vez foram criadas três categorias – X, Y e Z – agrupados mais uma vez de acordo com as percentagens cumulativas do número de transações. Os critérios usados foram os seguintes:

- Classe X → % cumulativa $\leq 80\%$
- Classe Y → $80\% < \%$ cumulativa $< 95\%$
- Classe Z → % cumulativa $\geq 95\%$

Desta vez a distribuição do número de referências pelas 3 categorias foi mais equilibrada, sendo (aproximadamente), das mesmas 9788 referências, 27% classe X, 50% classe Y e 23% classe Z.

A alocação das referências teria por base a avaliação XYZ, sendo a ABC utilizada como avaliação secundária (por exemplo um artigo X-A teria prioridade sobre um X-B).

Com base nas localizações atuais foi identificado para cada artigo a forma de acondicionamento. O facto de sabermos quantas caixas de plástico cabem em quantas estantes, independentemente da combinação de caixas e estantes (como presente no capítulo 6.1), facilitou muito o trabalho da alocação, visto que simplesmente seleccionávamos o tipo de acondicionamento (por exemplo, caixa tipo B), ordenávamos os artigos de acordo com a análise de rotatividade, e facilmente agrupávamos os artigos por estante fictícia (por exemplo “Estante Caixas B nº 1,2, 3,...”). Esta facilidade permitia não só sabermos quantas estantes iriam ser necessárias antes do *layout* estar fechado, mas também atualizar facilmente as listagens em caso de alterações.

Relativamente à análise do material para abate esta foi elaborada juntamente com a análise de rotatividade. O abate de material é um tópico sensível visto ser a confirmação de que o investimento necessário para a aquisição dos artigos não vai ser traduzido em valor acrescentado. Posto isto, o objetivo era eliminar o material cujo valor atual para a empresa – sendo este valor não só monetário, mas também englobando fatores como a facilidade (ou em alguns casos possibilidade) de aquisição futura e a probabilidade de necessidade futura – era inferior ao valor do espaço por este ocupado.

A implementação de critérios para o abate de referências obsoletas foi faseado tendo inicialmente sido apenas analisados os artigos tendo em conta a data da última baixa, tendo surgido 3 categorias: OK, Excesso e Obsoleto. Material considerado obsoleto era todo o material que não teve qualquer baixa entre janeiro 2020 e setembro de 2021. O material considerado excesso era todo o material cuja última baixa tinha ocorrido até 30 de setembro de 2020. O material com baixas posteriores a esta data era considerado “OK”.

Tendo em conta a criação de uma ferramenta para eliminar caixas vazias (abordado no capítulo 4) para esta análise apenas foram considerados artigos com stock físico. Os dados relativos à primeira categorização podem ser consultados na Tabela 13:

Tabela 13 - Análise de Referências Obsoletas

Categoria	Nº de Referências (Total)	Nº Referências (Armazém)
OK	2122	1641
Excesso	872	600
Obsoleto	1575	1055
Total	4569	3296

A ideia inicial seria automaticamente colocar os artigos “Obsoletos” na lista para abate e analisar detalhadamente os artigos “Excesso”. No entanto e de acordo com a complexidade da situação esta solução não era de todo viável, pois muitos artigos “Obsoletos” eram indispensáveis e artigos “OK” poderiam já não ter valor para a empresa.

A segunda fase da categorização envolveu a exportação das listas de material das principais máquinas laser que a ADIRA produzia, assim como as listas de material de todos os protótipos relativos ao projeto de fabrico aditivo ADDCREATIVE. Em ambos os tipos de máquina os tipos de materiais utilizados não são partilhados por as máquinas atualmente produzidas, sendo que a esmagadora maioria destes caiu na categoria “Obsoleto”. Principalmente com os componentes eletrónicos, estes artigos têm valores bastante altos e principalmente no caso das máquinas laser alguns destes, devido à idade dos projetos, tornam-se cada vez mais difíceis de encontrar no mercado, tendo alguns deles sido mesmo descontinuados. A estes dois critérios extra juntaram-se o número de unidades com reserva e em ordem. Com todos estes dados foi criada uma lista à qual se foi adicionando faseadamente o material a abater.

O resultado foi uma lista com 578 referências sendo que destas 412 estariam dentro do armazém. Este material seria segregado na altura da mudança do armazém e posteriormente analisado artigo a artigo antes de ser eliminado em definitivo.

Relativamente à implementação do novo *layout* no armazém, após este ser aprovado e todas as referências terem uma alocação foi então elaborado plano dividido em 3 fases, sendo estas:

- Localização das estantes;
- Localização das referências;

- Nova nomenclatura das estantes.

Relativamente à organização das estantes, foram criados paralelamente esquemas básicos (não estando à escala) tanto para a remoção das estantes do armazém antigo como para a alocação das estantes no novo armazém. Nesta fase inicial a identificação das estantes não iria ser alterada de modo a facilitar o processo de transporte.

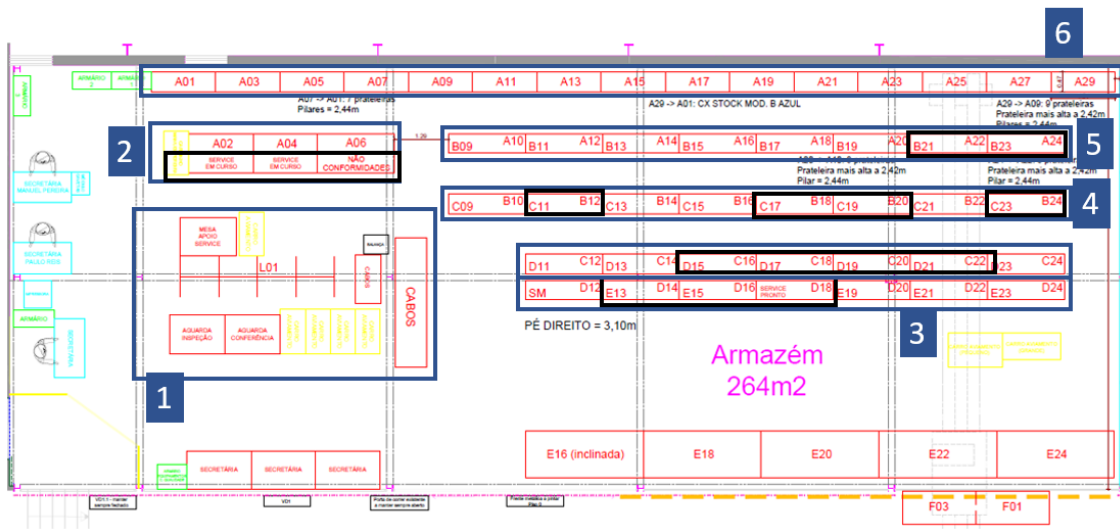


Figura 45 - Esquema de Remoção de Estantes

Como é visível na Figura 45, inicialmente iria ser retirado o material/equipamento presente na área 1, de modo a facilitar a movimentação dentro do armazém. De modo a evitar desmontar as estantes para transporte foi decidido utilizar os meios de movimentação existentes (nomeadamente os stackers) para transpor o material da localização antiga para a nova. Devido ao espaço requerido para movimentar estes equipamentos em segurança as estantes iriam ser removidas por corredor, começando pelos corredores mais próximos da porta. As estantes salientadas a preto representam as estantes que poderiam ser transportadas diretamente para a sua posição final.



Figura 46 - Esquema de Alocação de Estantes

Como é possível notar na Figura 46 (que ainda usa a identificação antiga das estantes), estas estantes a preto estão por norma encostadas à parede. Foi também definida o tipo de artigos que ficariam em cada estante, como indica a legenda (o "S" representa artigos sem caixa de plástico).

Após estarem definidas as posições das estantes foi possível finalizar a alocação do material. Isto porque, havendo estantes de diferentes tamanhos de estantes, a alocação final estaria sempre dependente do tipo de estantes que iriam ser colocadas em cada posição.

O primeiro esquema, visível na figura fi, representa o mapa da alocação. Aqui a nomenclatura está descrita por tipo de caixa e prioridade com base na análise de rotatividade, isto é, a letra refere-se ao tipo de acondicionamento (AXX caixas tipo A, BXX caixas tipo B, ...) e o número de cada estante corresponde ao nº do grupo de artigos alocados a cada estante, seguindo a ordem dos artigos por rotatividade, e sendo cada grupo constituído por n artigos, correspondendo n ao número de caixas do tipo de acondicionamento em questão que cabem na estante a que foram alocados. Os resultados podem ser consultados na Figura 47.

Mapa de Alocação de Referências

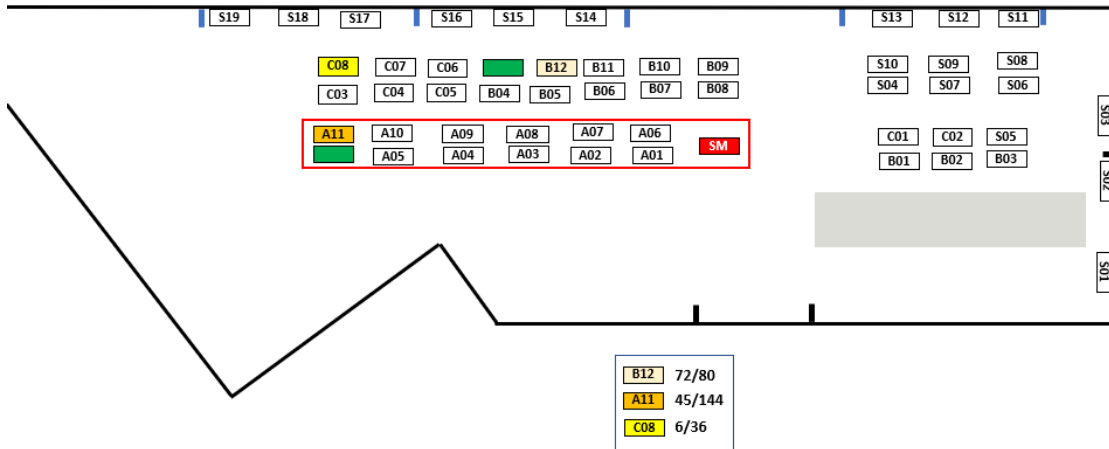


Figura 47 - Esquema de Alocação de Referências Agrupadas por Rotatividade

No retângulo vermelho estão englobadas as estantes que acondicionariam caixas do tipo A, que, por serem as únicas em que é viável realizar o picking de ambos os lados, têm identificações diferentes de cada lado da mesma estante física. No que toca às estantes “S”, apesar dos artigos em cada uma delas terem sido englobados na análise de rotatividade, a constituição de cada estante não foi alterada. Isto porque, sendo os artigos armazenados de forma não uniforme, era impossível atribuir com precisão o número de artigos que ficaram em cada estante. A alternativa encontrada foi atribuir um “valor de rotatividade”, baseado na avaliação individual de todos os artigos de todas as estantes, traduzindo as classificações usadas (XYZ e ABC) por valores numéricos de forma a ser possível ordenar os valores finais de cada estante. Estando tanto o *layout* como a alocação definido restava renomear todas as estantes.

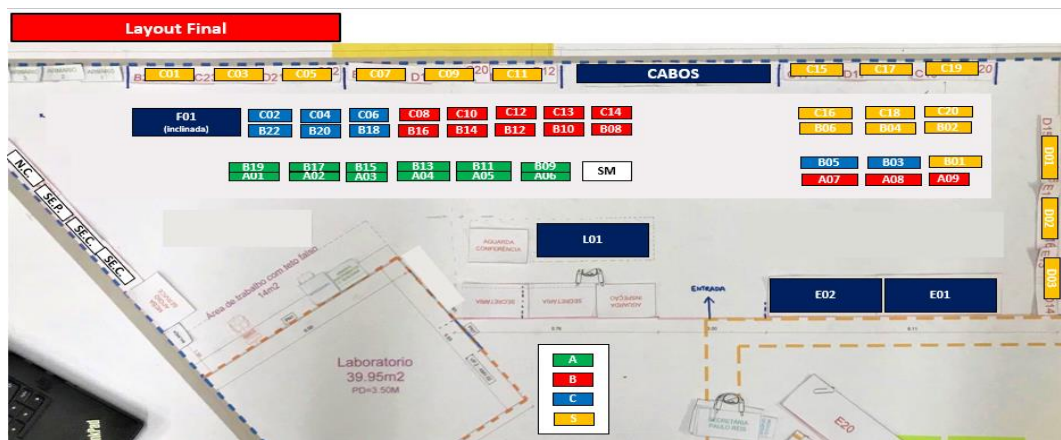


Figura 48 - Esquema do *Layout* Final com Indicação do Acondicionamento

Como é possível observar na Figura 48 foram criados 3 corredores horizontais (A,B e C) e um vertical (D), de forma a que, seguindo a ordem alfanumérica das estantes, seja dada uma volta completa, sem retrocessos no percurso, ao armazém. Isto porque no processo de abastecimento, as listas do material a recolher por picking respeitam essa mesma ordem. No caso das estantes “especiais” (na imagem a azul) o abastecimento é feito em separado pelo que não é necessário respeitar essa ordem.

A implementação do FIFO caiu para segundo plano, devido às dúvidas que surgiram sobre a utilidade da sua implementação. Após a mudança do armazém a situação iria ser novamente avaliada, tendo, à altura da elaboração deste relatório, não tendo sido aplicadas quaisquer medidas significativas.

6.2.2 Implementação

Ao contrário dos capítulos anteriores, as medidas neste capítulos tratadas envolveram enormes constrangimentos no funcionamento normal do armazém. Não só todas as atividades iriam ser suspensas durante o período de transação física do armazém, mas também no período imediatamente seguinte a esta mudança iriam existir grandes constrangimentos visto que a informação em sistema teria que ser atualizada.

Além dos pontos anteriormente mencionados também é importante realçar que o processo envolveu vários elementos de vários departamentos, que de modo a auxiliar na transição teriam que suspender as suas atividades regulares.

Foram estes motivos que levaram a um planeamento mais minucioso de todo o processo da implementação do novo *layout*, não só na definição do *layout* em si, mas também na definição dos métodos utilizados na realização da mudança.

Esta mudança deu-se da seguinte forma: foram criadas listas de *picking* tanto para o material a abater como para cada uma das novas estantes. Destas forma os colaboradores seguiam o percurso normal de *picking* do armazém antigo, recolhendo não só as caixas com os artigos, mas também as etiquetas de identificação. O material seria colocado num carrinho de armazém que, quando cheio (ou quando se finalizasse a lista) seria descarregado para uma palete. A palete por sua vez seria selada e identificada com a identificação da estante a que se destinava. A ordem das paletes a serem carregadas foi feita de forma a tentar ao máximo que as ordem das estantes a serem esvaziadas coincidissem com a ordem das estantes a serem movimentadas. As paletes foram colocadas numa posição intermédia até que as estantes a que o material se destinava estivessem na sua posição final, onde um trabalhador iria “carregar” a estante diretamente da palete, tornando a última parte do processo extremamente direta, como é possível constatar na Figura 49.

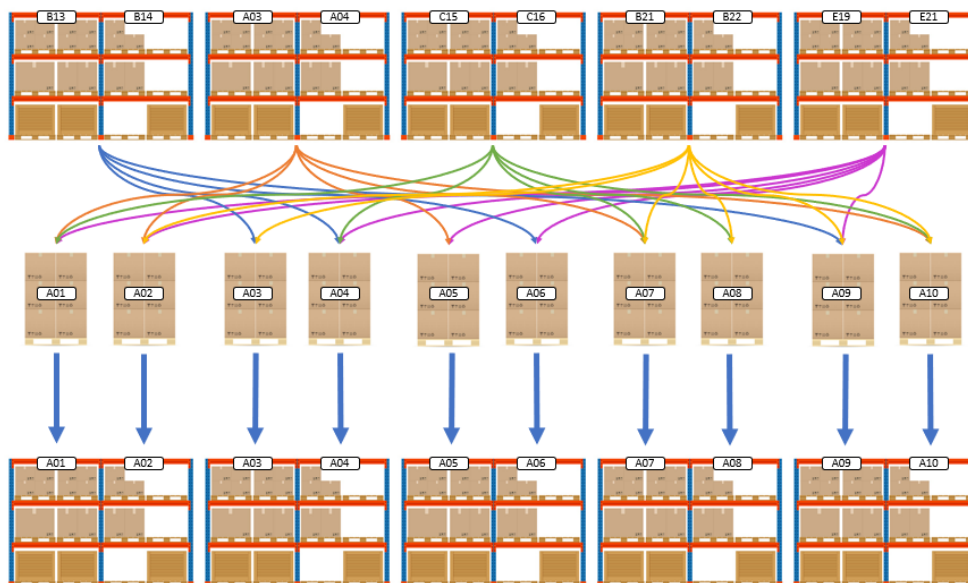


Figura 49 - Esquema do Método de Transferência de Material

Este processo permitiu repartir a equipa envolvida entre tarefas ligadas à movimentação de equipamentos e movimentação de artigos. A principal vantagem foi o facto de, mesmo não estando as novas localizações carregadas no sistema informático, havia um grande controlo das localizações dos artigos visto estas corresponderem às listagens provenientes da alocação de referências com base na rotatividade. Com as listas de picking, várias incongruências presentes entre o sistema informática e o armazém antigo (localizações erradas ou duplicadas, localizações vazias, desvios de stock) foram detetadas.

Após a mudança foi feito um inventário, de forma a garantir a fidelidade dos dados em sistema, assim como registar as novas localizações de todos os artigos em armazém.

Como é possível observar nas Figura 50 - Exemplo de Marcações (1), foram posteriormente realizadas as marcações ao solo em torno de todos os equipamentos estáticos, assim como áreas de armazenamento, sendo também organizadas e uniformizadas as superfícies de trabalho com recurso a etiquetas, para facilitar a gestão visual da arrumação das mesmas.



Figura 50 - Exemplo de Marcações (1)



Figura 51 - Exemplo de Marcações (2)

6.2.3 Recolha de Resultados

O problema na recolha de resultados relativamente este tópico passa por ser uma situação em que os resultados são bastante mais qualitativos do que quantitativos. Isto porque os objetivos principais desta mudança incidiam mais em tópicos qualitativos: arrumação, organização, gestão visual, entre outros.

O único tópico para o qual seria possível recolher resultados qualitativos era referente à alocação dos materiais, sendo o objetivo desta que a diminuição da distância entre os artigos de maior rotação e os postos de trabalho.

Recorrendo ao programa MS Excel®, foi retirada uma primeira lista contendo os 460 artigos melhor classificados na avaliação de rotatividade. Seguidamente foi realizada uma seleção, aleatória, de 100 artigos. Posteriormente estes dados foram cruzados com as localizações tanto no novo armazém como no armazém antigo, estando os resultados expostos nas tabelas 321 e 123, abaixo apresentadas.

Tabela 14 - Distribuição de Referências (Armazém Antigo e Novo)

Loc. Antiga	Nº Ref.	Loc. Nova	Nº Ref
A02	4	A06	25
A03	4	A05	13
A04	5	A02	3
A05	2	A07	12
A06	1	A08	15
A07	2	B10	3
A09	11	B03	4
A10	8	B04	10
A11	2	B18	4
A12	2	D03	4
A13	1	D02	7
A14	4	Total	100
A15	2		
A16	8		
A17	1		
A18	1		
A19	2		
A20	2		
A21	3		
A23	2		
A27	1		
A29	1		
B09	5		
B11	2		
B13	4		
B15	3		
B17	2		
C09	2		
C11	4		
C13	1		
C15	1		
C17	1		
C21	2		
E21	4		
Total	100		

Como é possível constatar pelos resultados apresentados nas tabelas, no novo *layout*, os artigos com maior rotação encontram-se concentrados num menor número de estantes quando comparados com a alocação anterior. No entanto, mais importante que a concentração num número reduzido de estantes é a posição destas no armazém, relativamente à banca de trabalho. Nas figuras Figura 52 Figura 53 são apresentados esquemas com o número de artigos/estante.

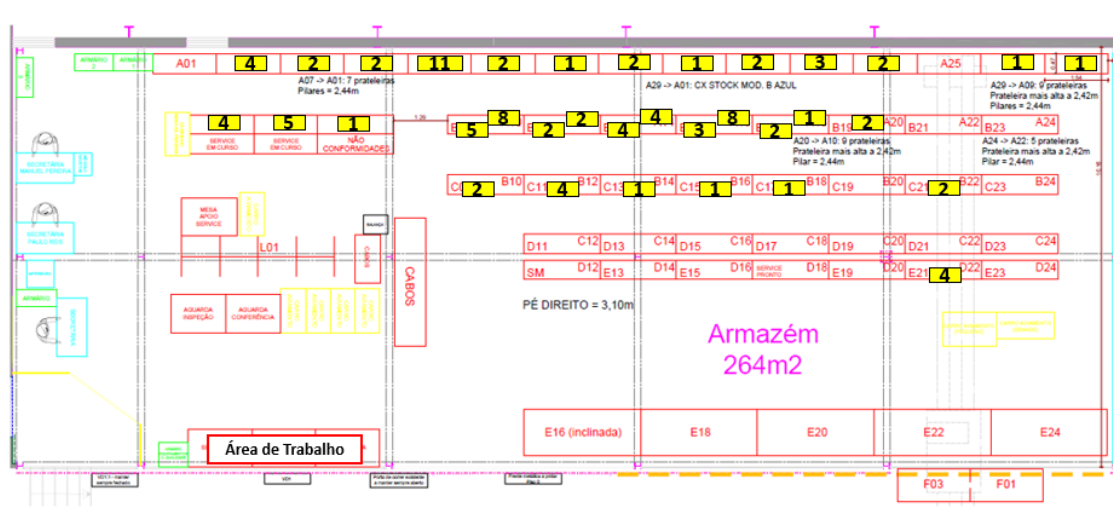


Figura 52 - Distribuição de Referências *Layout Antigo*

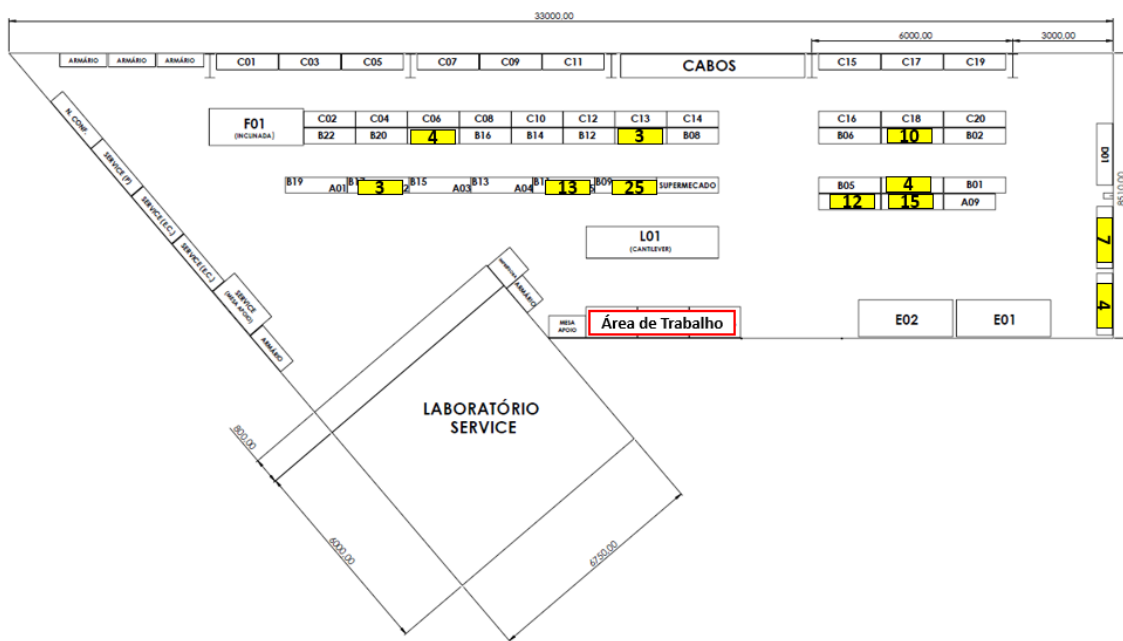


Figura 53 - Distribuição de Referências *Layout Novo*

Sabendo as posições dos 100 artigos seria necessário calcular as distâncias destes à área de trabalho. Para isso, foi utilizado o website https://eleif.net/photo_measure.html de modo a obter as distâncias “diretas” à área de trabalho, como visível na Figura 54. Foi selecionada uma abordagem mais simples visto que, através os esquemas, é possível verificar que existe uma aproximação destes artigos à área de trabalho, servindo as distâncias apenas para quantificar esta mudança.

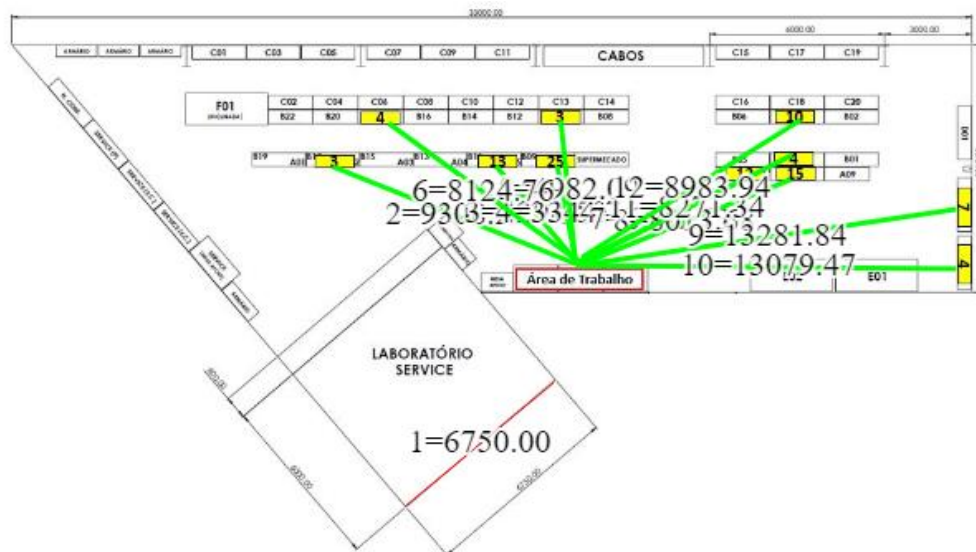


Figura 54 - Exemplo de Medição de Distâncias

Os dados das medições são exportados em forma de tabela que é posteriormente adicionada às tabelas pré-existentes. Com o nº de artigos por estante e a distância das estantes à área de trabalho foi possível obter o valor para a média da distância destes 100 artigos em relação à banca que serve como ponto de referência.

Foi também calculado a distância de um possível percurso de arrumação. A arrumação de 100 artigos de uma só vez é algo impossível na realidade, servindo este exercício apenas para ter uma ideia da redução das distâncias. Como para o processo de arrumação, foram medições para as distâncias percorridas durante o seguimento da arrumação dos 100 artigos, respeitando a ordem presente no procedimento, como é possível verificar na Figura 55:

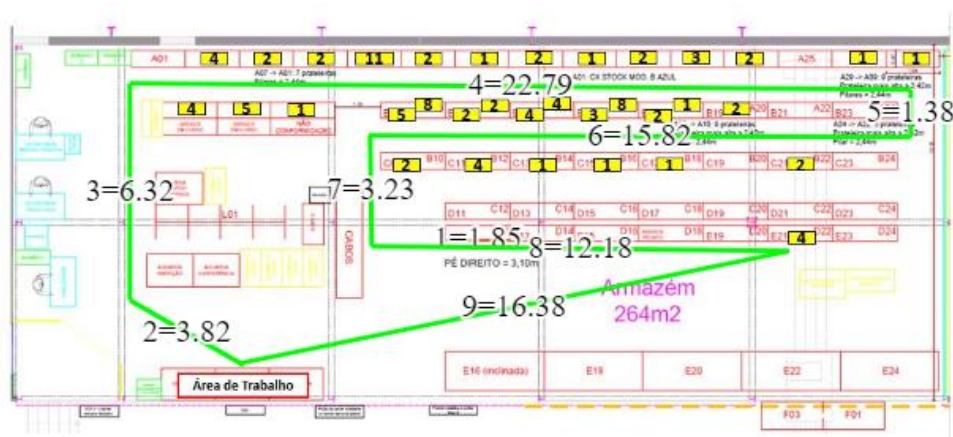


Figura 55 - Exemplo de Medição de Distância do Percurso

Como nota, os 11 artigos não acondicionados em caixas de azuis foram deixados de fora visto que, por norma, estes artigos são armazenados individualmente, devido ao peso e volumetria. As estantes não contempladas foram as estantes D02 e D03 (*layout novo*) e todas as estante “C” (*layout antigo*).

Os resultados são apresentados na seguinte tabela:

Tabela 15 - Apresentação de Resultados

Categoria	Layout Antigo	Novo Layout	Melhoria
Área	264 m ²	234 m ²	11,36%
Nº Estantes (100 artigos com elevada rotatividade)	34	11	67,65%
Distância Média (artigo → área de trabalho)	12,89 m	7,11 m	44,84%
Distância Aproximada (percurso de arrumação)	81,92 m	66,55 m	18,76%
Total	4569	3296	---

6.2.4 Análise Crítica dos Resultados

Sendo a otimização do espaço uma motivação secundária para todo este processo (sendo a principal a reaproveitamento do espaço original) existiram certos aspetos do novo armazém que caíram fora do controlo do projeto de otimização, tendo este sido condicionado.

Fatores como a geometria do espaço e a redução da área apesar de negativos, acabaram por tornar desafiante o projeto motivando uma maior otimização do espaço. No entanto, fatores como prazos inflexíveis e curtos e constrangimentos tanto a nível de cadeias logísticas no geral (que afetou os prazos de entrega de certos materiais/equipamentos) como a nível de recursos humanos (nomeadamente períodos de baixa por COVID-19) acabaram por de certa forma impedir que certas ideias fossem totalmente desenvolvidas.

Posto isto e de modo geral, o processo de desenvolvimento do novo *layout* pode considerar-se bem-sucedido, pelo menos nesta fase inicial, sendo que o tempo poderá revelar algumas limitações que nunca foram contempladas.

Conseguiu-se, num espaço mais pequeno, alocar todo o material pretendido, alargando corredores de passagem e minimizando a utilização de equipamentos de transporte de material no interior do armazém vedado.

Relativamente à alocação, é difícil avaliar o impacto real da medida porque, ao desempenhar as suas funções normais, são extremamente raras as situações em que apenas é visitada a localização de um artigo. É, por isso, impossível afirmar que “vai existir uma diminuição de $n\%$ nas deslocações dentro do armazém”. Isto é uma melhoria que se vai tornando mais notória à medida que o tempo desde que foi implementada aumenta.

O processo de abate de referências obsoletas também pode ser considerado um sucesso. O espaço libertado em armazém foi notório e apesar de existir uma quantidade de material reaproveitado, este não voltou para o armazém, tendo sido colocado nas instalações do departamento de *service*. Este material, apesar de novo, encontrava-se em armazém há tempo considerável pelo que, apesar de em teoria estar em perfeitas condições, seria (para alguns casos) necessário realizar testes antes do envio deste para um cliente. O facto de este ter sido colocado nas instalações do *service* garante que existirá um maior controlo sobre este tipo de artigos.

Após as delimitações dos espaços e a identificação de todas as estantes (tanto das estantes em si como dos artigos nestas armazenados) o resultado foi um armazém que, apesar de mais pequeno e com uma geometria desfavorável, continua a ser suficiente para responder às necessidades de armazenamento, melhorando o espaço disponível para a alocação de novos artigos e alargando os espaços de trabalho, nomeadamente corredores de passagem.

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

7.1 Conclusões

7.2 Propostas de trabalhos futuros

7 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo será analisado todo o projeto realizado durante o estágio realizado na ADIRA, comparando os resultados de cada subcapítulo do projeto com os objetivos inicialmente propostos. Os resultados serão expostos em forma de resumo de forma a contextualizar as conclusões expostas, evitando repetição.

Posteriormente serão abordados possíveis projetos a realizar futuramente assim como possíveis melhorias a fazer relativamente aos processos.

7.1 Conclusões

Tendo por base não só a análise da literatura realizada no segundo capítulo, como também as bases e noções teóricas adquiridas ao longo do mestrado em gestão industrial, foi possível aplicar um vasto leque de medidas de forma a proceder à otimização de várias componentes do fluxo logístico da empresa, tendo como foco o armazém. A abrangência do tema da dissertação aliada à relativa liberdade tanto na identificação de oportunidades de melhoria como na conceção e aplicação de medidas de otimização acabou por ser simultaneamente benéfica e prejudicial.

A principal vantagem foi claramente o facto de, ao ser necessário/possível a identificação de oportunidades de melhoria sem que estas estivessem previamente definidas, ter sido necessário interagir com praticamente todos os setores e departamentos da empresa. Isto acabou por garantir uma compreensão das relações e dependências dentro de um sistema industrial ligadas ao fluxo logístico. No entanto, esta liberdade acabou por fazer com que o foco do trabalho se dispersasse tendo sido realizadas várias ações com um nível médio (ou em alguns casos baixo) de aprofundamento quando, baseado na literatura disponível, as dissertações sobre este tópico tendem a ser mais focadas e aprofundadas e menos abrangentes.

Posto isto, e recorrendo à Tabela 16, são comparados os objetivos propostos no início de cada capítulo com os passos/medidas utilizadas, assim como os resultados obtidos:

Tabela 16 - Resultados

	Objetivos	Medidas e Resultados
Processo de Recepção	Redução do Número de Entregas Por Rececionar/Tempo médio de Recepção	De forma a minimizar o tempo de recepção do material tentou-se numa primeira fase, abordar o processo em si. Foi elaborado um procedimento e adquirido um dispositivo móvel que iria conferir, teoricamente, uma maior flexibilidade e rapidez ao processo. Foram também contactados vários fornecedores com o intuito de alterarem os métodos de entrega de material, tanto a nível físico como digital, de forma a permitir uma recolha mais eficiente dos dados. Existem, no entanto, várias medidas, como a definição de um <i>layout</i> por rotatividade de artigos ou mesmo a eliminação de material por localizar, permitindo a arrumação direta de todo o material que impactaram diretamente este objetivo, sendo que atualmente o número de entregas por rececionar é, em média, aproximadamente 0/dia.
	Eliminação do Material por Localizar	Não havendo a possibilidade de adicionar espaço de armazenamento, a única possibilidade de cumprir o objetivo era a otimização da arrumação do armazém de forma a criar localizações disponíveis. Foi desenvolvida uma ferramenta simples de identificação de espaços desaproveitados de forma a permitir ao armazém realizar, de forma independente, a eliminação de localizações em sistema obsoletas. Devido à eliminação posterior de referências obsoletas foi libertado ainda mais espaço, sendo que, atualmente, o material por localizar mantém-se a níveis extremamente baixos, sendo na sua maioria composto por materiais cujo acondicionamento é específico, como é o caso das mangueiras hidráulicas.
Fluxo Logístico	Otimização do Processo de Abastecimento	O processo de abastecimento, apesar de bem definido, apresentava algumas oportunidades de melhoria. Uma delas era a dependência do papel durante o processo, principalmente na comunicação entre armazém e equipas de montagem. Foi tentada a aplicação de um dispositivo móvel, mas, como aconteceu no processo de recepção, esta falhou. A única medida aplicada ao processo de abastecimento acabou por ser a criação de um parque de abastecimento, onde

	<p>todos os materiais aviados estariam agrupados, segregados por máquina e identificados, permitindo não só um maior controlo, mas também a aplicação da gestão visual.</p>
<p>Melhoria do Sistema de Transporte de Blindagens</p>	<p>A questão do transporte de blindagens acabou por se tornar mais complexa do que inicialmente pensado. Apesar de existir um claro problema, não foi, durante a realização do estágio curricular, encontrada uma solução consensual que tivesse avançado. A quantidade de blindagens/kit, o percurso percorrido/operações por que estas passam até chegar à montagem e o investimento necessário para a aquisição de uma “frota” de meios de movimentação acabaram por impedir a aplicação de qualquer medida.</p>
<p>Melhoria no Sistema de Armazenamento de Material de Grandes Dimensões</p>	<p>A aquisição das estantes para material standard assim como a criação de estantes nas <i>boxes</i> especiais permitiu a criação, até ao momento teórica, de espaços para resolver na totalidade o problema do material de grandes dimensões. Esta limitação a uma resolução teórica deve-se ao facto de, para uma eficaz utilização das estantes “especiais” é necessário mudar a forma como se receciona o material. Seria também necessário criar posições dinâmicas, que fossem automaticamente atribuídas aos artigos dependendo da máquina a que estes se destinam, de modo a evitar a verificação, artigo a artigo, da parte do armazém. Apesar de serem consideradas possíveis pelo departamento de IT, estas medidas não foram ainda aplicadas visto as <i>boxes</i> estarem, até à data, inoperacionais.</p>

Projeção e Otimização do Layout do Armazém	Libertação de Espaço no Armazém	A conceção de um armazém mais confortável, através do alargamento e encurtamento de corredores, estava altamente condicionada pela redução da área do novo armazém, assim como a sua geometria irregular. Para cumprir este objetivo foram criadas maquetes e estudadas várias configurações e <i>layouts</i> de forma rápida. Foi também otimizada a disposição das estantes, sendo eliminado o espaço nas entre estantes cujo <i>picking</i> é efetuado apenas de um lado. O resultado foi cumprido recorrendo apenas à remoção de duas estantes de paletes, sendo o material destas alocado na estante de material <i>standard</i> , implementada no capítulo do fluxo logístico.
	Otimização do Espaço	O armazém antigo, apesar de extremamente organizado, não estava particularmente otimizado. As principais oportunidades de melhoria estavam na alocação de referências e na eliminação de referências obsoletas. Foram realizadas análises a todos os artigos em armazém de forma a planear a nova alocação, por rotatividade, e a eliminação de referências obsoletas. O resultado foi uma redução considerável na distância entre as áreas de trabalho e as referências mais requisitadas, assim como um aumento considerável no espaço disponível para novas referências em armazém, mesmo com a diminuição na área disponível.

Em suma, relativamente a todos os subcapítulos do projeto, foram implementadas medidas contribuíram para o cumprimento dos objetivos propostos. Com a exceção do fluxo logístico, tanto a projeção do novo *layout* como a otimização do processo de receção podem ser consideradas um sucesso. Mesmo havendo ainda possibilidades de melhoria, o facto de as medidas implementadas terem tido impactos tão significativos num tão curto espaço de tempo serve para demonstrar a eficácia das medidas implementadas.

7.2 Propostas de trabalhos futuros

No que toca a propostas de trabalhos futuros existem ainda várias oportunidades de melhoria dos processos acima descritos, com destaque para o transporte de blindagens e a implementação a 100% do abastecimento direto para as estantes “especiais”.

Seria também extremamente benéfico, se bem que desafiante, a criação de um sistema que permitisse a introdução direta dos dados presentes nas guias de transporte dos fornecedores no sistema informático da ADIRA. A implementação desta medida podia, para encomendas extremamente grandes, encurtar o tempo de receção em mais de 50%.

No processos de abastecimento, a digitalização do processo iria não só acelerar o mesmo, mas também melhorar consideravelmente a comunicação armazém-montagem. Uma ideia seria a implementação de um dispositivo móvel, agregado ao carro de abastecimento (que fica na box de montagem até ao encerramento da máquina) juntamente com a criação de um *dashboard* que permitisse a consulta das faltas reais da máquina, assim como a rápida requisição de material de substituição no caso de ser detetada uma não conformidade no processo de receção.

Por fim, está a ideia de aplicar o que foi aprendido com este projeto noutras áreas, nomeadamente a produção. Este novo projeto poderia englobar a pintura, maquinagem, montagem e pré-montagens. Seria um projeto maior do que aqui apresentado, e certamente mais complexo. Em contrapartida, os ganhos poderiam ser exponencialmente maiores.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES
DE INFORMAÇÃO**

8 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Ang, M., & Lim, Y. F. (2019). How to optimize storage classes in a unit-load warehouse. *European Journal of Operational Research*, 186-201.
- Antoniolli, I., Guariente, P., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. (28-30 de Junho de 2017). Standardization and optimization of an automotive components production line. *Manufacturing Engineering Society International Conference*, pp. 1120-1127.
- Ayers, J. B. (2001). *Handbook of Supply Chain Management*. Florida: CRC Press LLC.
- Baker, P., & Canessa, M. (28 de Novembro de 2007). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, pp. 425-436.
- Bello, M. V. (2011). *Optimização da logística e distribuição de armazéns: Caso de aplicação numa empresa de produtos de garrafas de vidro - Barbosa e Almeida vidros*. Lisboa: Instituto Superior Técnico.
- Berg, J. v., & Zijm, W. (1999). Models for warehouse management: Classification and examples. *Int. J. Production Economics*, 519-528.
- Cardona, L. F., Soto, D. F., & Leonardo Rivera, H. J. (2013). Detailed design of fishbone warehouse layouts with vertical travel. *Int. J. Production Economics*, 825-837.
- Caridade, R., Pereira, T., Ferreira, L. P., & Silva, F. J. (28-30 de Junho de 2017). Anaysis and optimization of a logistic warehouse in the automotive industry. *Manufacturing Engineering Society International Conference 2017*, pp. 1096-1103.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2001). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operations*. Nova Jérσία: Prentice-Hall, Inc.
- Davis, E., & Spekman, R. (2003). *The Extended Enterprise - Gaining Competitive Advantage trough Collaborative Supply Chain*. Nova Jérσία: Prentice Hall PTR.
- Eisenstein, D. D. (2008). Analysis and Optimal Design of Discrete Order Picking Technologies Along a Line. *Wiley InterScience*, 350-362.
- Frazelle, E. H. (2016). *World-Class Warehousing and Material Handeling*. McGraw-Hill Education.
- Freitas, A. M. (2018). *Melhoria da eficiência em armazém híbrido*. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Fernandes, J., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Pinto, G. F. L., Baptista, A. (2019). Intralogistics and industry 4.0: designing a novel shuttle with picking system. *Procedia Manufacturing*, 38, 1801-1832. doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.078.
- Freitas, A. M., Silva, F. J., Pereira, L. P., Sá, J. C., Pereira, M. T., & Pereira, J. (24-28 de Junho de 2019). Improving efficiency in a hybrid warehouse: a case study. *Procedia Manufacturing*, 38, 1074-1084. doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.195.
- Ganeshman, R., & Harrison, T. P. (1995). *An Introduction to Supply Chain Management*. Pensilvânia: Penn State University.
- Horta, M., Coelho, F., & Relvas, S. (2016). Layout design modelling for a real world just-in-time warehouse. *Computers & Industrial Engineering*, 1-9.
- Hugos, M. (2003). *Essentials of Supply Chain Management*. Nova Jérícia: John Wiley & Sons, Inc.
- Janeiro, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Silva, F. J. G. (2020). New conceptual model of Reverse Logistics of a worldwide Fashion Company. *Procedia Manufacturing*, 51, 1665-1672. doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.232.
- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management*. Boston: Irwin McGraw-Hill.
- Pereira, M. T., Sousa, J. M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Silva, F. J. G. (2019). Localization System for Optimization of Picking in a Manual Warehouse. *Procedia Manufacturing*, 38, 1220-1227. doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.213.
- Machado, A. B., Silva, F., Sá, J. C., Barreiras, A., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., & Santos, G. (2020). Improvement in external logistics of an automotive component manufacturing company towards costs reduction. *International Journal for Quality Research*, 14(84), 1175-1190. doi: 10.24874/ijqr14.04-12
- Martins, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., Silva, F. J. G. (2020). Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory. *Procedia Manufacturing*, 51, 1723-1729. doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.240.
- Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, Vol 22.
- Mourato, J. ferreira, L. P., Sá, J, Silva, F. J. G., Dieguez, T., Tjahjono, B. (2020). Improving Internal Logistics of a Bus Manufacturing Using the Lean Techniques. *International Journal of Productivity and Performance Management*, vol. (In-press), pp. (In-press). doi: 10.1108/IJPPM-06-2020-0327.
- Neves, P., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, T., Gouveia, A., & Pimentel, C. (11-14 de Junho de 2018). Implementing Lean Tools in Manufacturing Process of Trimmings Products. *Procedia Manufacturing*, 17, 696-704. doi: 10.1016/j.promfg.2018.10.119.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Park, H.-S., & Dang, X.-P. (2011). *Design and Simulation-Based Optimization of Cooling Channels for Plastic Injection Mold*.
- Silva, S. L. (2009). *Sistemática para o Projeto do Sistema de Refrigeração de Moldes para Injeção de Polímeros*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Tellini, T., Silva, F.J.G., Pereira, M. T., Morgado, L., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, L. P. (2019). Improving In-Plant Logistics Flow by Physical and Digital Pathways, *Procedia Manufacturing*, 38, 956-964. doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.180.
- Walters, D. (2003). *Logistics - An Introduction to Supply Chain Management* . Nova York: PALGRAVE MACMILLAN.
- Yang, D., Wu, Y., & Ma, W. (2021). Optimization of storage location assignment in automated warehouse. *Microprocessors and Microsystems*.