



# DEFINIÇÃO DE UM NOVO LAYOUT PARA O ARMAZÉM DE EXPEDIÇÃO DE UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMÓVEL

**SARA RAQUEL DA MOTA BAPTISTA**

novembro de 2019

# DEFINIÇÃO DE UM NOVO LAYOUT PARA O ARMAZÉM DE EXPEDIÇÃO DE UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMÓVEL

Sara Raquel da Mota Baptista

**2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



# DEFINIÇÃO DE UM NOVO LAYOUT PARA O ARMAZÉM DE EXPEDIÇÃO DE UMA EMPRESA DO RAMO AUTOMÓVEL

Sara Raquel da Mota Baptista

1160304

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação de Maria Teresa Ribeiro Pereira.

**2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica





# JÚRI

## **Presidente**

Mestre/Especialista José Carlos Vieira de Sá

Professor Adjunto Convidado, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Orientador**

Doutora Maria Teresa Ribeiro Pereira

Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Arguente**

Doutor Sérgio Göttling Monteiro

Professor Adjunto, Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto



## AGRADECIMENTOS

Terminada toda esta caminhada que culmina com a elaboração do presente relatório, gostaria de manifestar os meus sinceros agradecimentos àqueles que, de alguma forma, me ajudaram neste longo percurso, colaborando na edificação deste conjunto de conhecimentos.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha orientadora, Doutora Maria Teresa Pereira, não só pela forma como orientou todo o trabalho, como pela compreensão e disponibilidade demonstradas e por todos os ensinamentos transmitidos ao longo destes anos, obrigada!

A toda a equipa da Preh Portugal, que mostraram estar sempre disponíveis em ajudar, principalmente ao Armando Silva pela sua disponibilidade, conhecimento e orientação transmitida e também ao Frederico Gonçalves e ao Nuno André Rocha por todo o apoio que me prestaram no desenvolvimento e implementação das atividades desenvolvidas neste projeto.

Aos meus amigos, especialmente à Ângela Pereira e ao Ivo Camelo, agradeço todo o apoio prestado durante este percurso!

Ao meu namorado, Luís Ferreirinha, pelo apoio incondicional e por estar sempre ao meu lado, nos dias bons e maus!

Por fim, mas não menos importante, um enorme agradecimento à minha família, pais, irmã, irmão e avós, pela amizade, paciência, dedicação e principalmente pelo apoio transmitido ao longo de toda a vida. Sem eles nada seria possível!

A todos, que de alguma forma, me apoiaram e contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, o meu sincero Muito Obrigada!

## **PALAVRAS CHAVE**

Palavras chaves: Logística, Expedição, Armazenagem, Dimensionamento de Armazém, *Layout*.

## **RESUMO**

A crescente evolução dos mercados implica diversos fatores como grande impacto para as organizações, nomeadamente o crescimento da competitividade, o aumento das necessidades e a grande rapidez de consumo. Estes fatores afetam principalmente o setor da indústria automóvel por ser altamente tecnológico e sempre em constante mudança e desenvolvimento. Para se manterem ativas e estabilizadas, as empresas têm de se conseguir adaptar a estes fatores, focando-se principalmente na satisfação do cliente, no controlo dos custos e na constante melhoria e inovação. Nesta perspetiva, os conceitos de logística e cadeia de abastecimento, particularmente integrados na área da expedição, representam um papel importante, principalmente ao nível dos fluxos de materiais e informação. É nesse sentido que se enquadra este projeto, tendo como principal objetivo a definição do novo layout para o departamento da expedição.

Inicialmente, foi necessário estudar o funcionamento da expedição no seu layout original, conhecer detalhadamente todo o processo de expedição, desde a receção da palete, o embalamento, a identificação das paletes até à sua expedição. Foi também necessário recolher dados históricos da entrada de paletes na expedição e do número de paletes faturadas e analisar a previsão de crescimento da empresa para 2020.

Tendo toda a informação necessária recolhida, foi possível analisar a evolução do stock e a movimentação de paletes, podendo assim calcular o número de posições necessárias de armazenamento bem como o número mínimo de docas necessárias para o bom

funcionamento da expedição. O passo seguinte, foi apresentar e ajustar as propostas desenvolvidas junto da equipa que utiliza todos os dias o armazém identificando oportunidades de melhoria e assim, realizar uma proposta que fosse de acordo as suas necessidades. Deste modo, com a alteração de layout proposto é possível o aumento do número de posições de armazenamento em 26%, a duplicação do número de cais de expedição e, também, a criação de um fluxo de paletes unidirecional o que permite a redução considerável do tempo de deslocação e a diminuição drástica dos congestionamentos.

Deste modo, é possível afirmar que os objetivos propostos para este trabalho foram cumpridos, alcançando-se um novo layout para o departamento da expedição extremamente eficaz e eficiente.

**KEYWORDS**

*Keywords: Logistics, Shipping, Warehouse, Warehouse Sizing, Layout.*

**ABSTRACT**

*The growing evolution of the markets where the growing competitiveness, the increasing needs and the fast consumption of today's society are factors of great impact on the organizations mainly in the automotive industry, being highly technological and always changing and developing. To stay active and stabilized, companies need to be able to adapt to this situation, focusing primarily on customer satisfaction, cost control and constant improvement and innovation. From this perspective, the concepts of logistics and supply chain, particularly integrated in the area of shipping, play an important role, especially in terms of material and information flows. It is in this sense that this project fits, having as main objective the definition of the new layout for the shipping department.*

*Initially, it was necessary to study the operation of the shipment in its original layout, to know in detail the entire shipping process, from pallet reception, packaging and pallet identification to shipment. It was also necessary to collect historical data on pallet entry in the shipment, the number of pallets invoiced, and an analysis of the company's growth forecast for 2020.*

*Having all the necessary information collected, it was possible to analyze the evolution of stock and the movement of pallets, thus being able to calculate the number of required storage positions as well as the minimum number of docks necessary for the proper operation of the shipment. The next step was to present and adjust the proposals developed with the team that uses the warehouse every day, identifying opportunities for improvement and thus make a proposal that was in accordance with their needs.*

*Thus, with the proposed layout change, it is possible to increase the number of storage positions by 26%, to double the number of shipping berths and also to create a one-way pallet flow which allows a considerable reduction in travel time and drastically reduced congestion.*

*Thus, it is possible to state that the proposed objectives for this work were met, reaching a new layout for the shipping department extremely effective and efficient.*

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

CSCMP	Council of Supply Chain Management Professionals
E.U.A.	Estados Unidos da América
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung, ou em português, sociedade com responsabilidade limitada
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
Lda	Limitada

### Lista de Unidades

min	Minutos
mm	Milímetros
m <sup>2</sup>	Metros quadrados

### Lista de Símbolos

€	Moeda Euro
%	Percentagem
Nº	Número



## GLOSSÁRIO DE TERMOS

$C_i$	Número de cais
$n$	Nº de Camiões
$p$	Procura Diária Média (paletes)
$T_{ac}$	Tempo de acostagem do veículo ao cais (min)
$T_c$	Tempo de carga/descarga de uma paleta (min)
$T_d$	Tempo diário disponível (horas)
$T_l$	Tempo de libertação do cais (min)



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - TOLERÂNCIAS E FOLGAS NO VÃO NA ESTANTE CONVENCIONAL (MECALUX, 2019)	11
FIGURA 2 - PORTA PALETES MANUAL (JUNGHEINRICH, 2019)	12
FIGURA 3 - PORTA PALETES ELÉTRICO (JUNGHEINRICH, 2019)	13
FIGURA 4 - TRATOR DE REBOQUE(JUNGHEINRICH, 2019)	13
FIGURA 5 - STACKER(JUNGHEINRICH, 2019)	13
FIGURA 6 - EMPILHADOR ELÉTRICO (JUNGHEINRICH, 2019)	14
FIGURA 7 - EMPILHADOR RETRÁTIL (JUNGHEINRICH, 2019)	14
FIGURA 8 - EMPILHADOR TRILATERAL (JUNGHEINRICH, 2019)	14
FIGURA 9 - PALETE METÁLICA, PALETE DE PLÁSTICO E EUROPALETE, RESPETIVAMENTE (MANUTAN, 2019)	15
FIGURA 10 - SÍMBOLO EUROPALETE (TOYOTA, 2019)	15
FIGURA 11 - ETAPAS PARA O DIMENSIONAMENTO DE UM ARMAZÉM (CARVALHO,2017)	16
FIGURA 12 - LAYOUT DE ARMAZÉM; A) LAYOUT DIRECIONADO; B) LAYOUT EM U (ADAPTADO CARVALHO, 2017)	19
FIGURA 13 - LAYOUT E PRODUTOS ABC (ADAPTADO CARVALHO, 2017)	20
FIGURA 14 - CONFIGURAÇÃO DOS CORREDORES CONVENCIONAL (GUE ET AL., 2012)	20
FIGURA 15 - CONFIGURAÇÃO DOS CORREDORES EM A) CHEVRON, B) FOLHA E C) BORBOLETA (GUE ET AL., 2012)	20
FIGURA 16 - LOGOTIPO DO GRUPO PREH GMBH (PREH GMBH ,2019).	29
FIGURA 17 - LOGOTIPO COMEMORATIVO 100 ANOS DO GRUPO PREH GMBH (PREH GMBH ,2019).	29
FIGURA 18 - PREH NO MUNDO (PREH GMBH ,2019).	30
FIGURA 19 - Nº DE TRABALHADORES E RECEITA DO GRUPO PREH (PREH GMBH ,2019).	30
FIGURA 20 - EXEMPLOS DE ALGUNS PRODUTOS E CONCEITOS INOVADORES DO GRUPO PREH (PREH GMBH ,2019).	31
FIGURA 21 - ORGANIGRAMA PREH PORTUGAL, LDA.	32
FIGURA 22 - LAYOUT INICIAL DO ARMAZÉM DO DEPARTAMENTO DA EXPEDIÇÃO	33

---

FIGURA 23 - ÁREA CAIS/ENTRADA PRODUTO FINAL PARA A EXPEDIÇÃO	33
FIGURA 24 - SEPARAÇÃO POR ZONAS	34
FIGURA 25 - ENTRADA VS. FATURAÇÃO DE PALETES NA EXPEDIÇÃO	36
FIGURA 26 - NOVO PROJETO BMW (THE WALL STREET JOURNAL, 2019)	36
FIGURA 27 - PREVISÃO DE CRESCIMENTO PARA 2020	37
FIGURA 28 - NOVA ÁREA EXPEDIÇÃO	41
FIGURA 29 - CAIS DE ENTRADA DE PALETES PARA A EXPEDIÇÃO - LAYOUT ORIGINAL	42
FIGURA 30 - ENTRADA VS. FATURAÇÃO DE PALETES – 2019	43
FIGURA 31 - CÁLCULO NÚMERO DE NÍVEIS DAS ESTANTES	44
FIGURA 32 - PROPOSTA DE LAYOUT PARA O NOVO ARMAZÉM DA EXPEDIÇÃO	46
FIGURA 33 - DIVISÃO POR ZONAS - PROPOSTA DE LAYOUT	47
FIGURA 34 - ANTES E DEPOIS - ENTRADA PRODUTO FINAL NA EXPEDIÇÃO	48
FIGURA 35 - ANTES E DEPOIS - ÁREA DE ARMAZENAMENTO	49
FIGURA 36 - ANTES E DEPOIS - ÁREA DE SEPARAÇÃO DE ENVIOS E CAIS	50
FIGURA 37 - ANTES E DEPOIS - GABINETE EXPEDIÇÃO	51
FIGURA 38 - ANTES E DEPOIS - FLUXO PALETES (VERDE -ENTRADA ; LARANJA - SAÍDA)	52

---

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - SISTEMAS DE ARMAZENAGEM (CAVALHO, 2017; DIRECTINDUSTRY, 2019; MECALUX, 2019 <sup>a</sup> ; RICHARDS, 2011).	9
TABELA 2 - TIPOLOGIA DO CAMIÃO E SUA CAPACIDADE (RANGEL, 2019).	18
TABELA 3 - ÁREAS DE MEDIÇÃO DE ARMAZENAGEM (RICHARDS, 2011)	25



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Enquadramento</b>	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>1.3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>2</b>
<b>1.4</b>	<b>Organização do Relatório / Estrutura</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Logística</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Gestão de Armazéns</b>	<b>7</b>
<b>2.3</b>	<b>Importância dos Armazéns</b>	<b>8</b>
<b>2.4</b>	<b>Sistemas de Armazenagem</b>	<b>8</b>
2.4.1	Cálculo do número de níveis para estantes convencionais	10
<b>2.5</b>	<b>Equipamentos de Movimentação de Cargas</b>	<b>11</b>
2.5.1	Movimentação Horizontal	12
2.5.2	Movimentação Vertical	13
<b>2.6</b>	<b>Unidades de Carga</b>	<b>15</b>
<b>2.7</b>	<b>Dimensionamento do Armazém</b>	<b>15</b>
2.7.1	Dimensionamento do espaço para armazenamento do stock	16
2.7.2	Dimensionamento do espaço de circulação	17
2.7.3	Dimensionamento do espaço administrativo	17
2.7.4	Dimensionamento do espaço para as atividades de receção, preparação e expedição	17

---

<b>2.8</b>	<b>Layout de Armazém</b>	<b>18</b>
<b>2.9</b>	<b>Operações de Armazenagem</b>	<b>22</b>
2.9.1	Receção	22
2.9.2	Movimentação de Material (put-away)	22
2.9.3	Picking	23
2.9.4	Expedição	23
<b>2.10</b>	<b>Sistemas de Gestão de Armazéns</b>	<b>23</b>
<b>2.11</b>	<b>Indicadores de Desempenho no Armazém</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Apresentação da empresa</b>	<b>29</b>
<b>3.2</b>	<b>Layout Inicial</b>	<b>32</b>
<b>3.3</b>	<b>Descrição geral das áreas e fluxos da expedição</b>	<b>33</b>
3.3.1	Entrada do produto final no armazém	33
3.3.2	Área de preparação e armazenamento	34
3.3.3	Área de separação de envios / Cais de saída	35
3.3.4	Gabinete	35
<b>3.4</b>	<b>Levantamento de Dados</b>	<b>35</b>
3.4.1	Evolução do Stock	35
3.4.2	Previsão de crescimento	36
<b>4</b>	<b>DEFINIÇÃO DO NOVO LAYOUT</b>	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Entrada do produto final no armazém</b>	<b>41</b>
<b>4.2</b>	<b>Área de Armazenamento</b>	<b>42</b>
<b>4.3</b>	<b>Área de separação de envios</b>	<b>44</b>
<b>4.4</b>	<b>Número de cais necessários</b>	<b>44</b>
<b>4.5</b>	<b>Área do gabinete da expedição</b>	<b>45</b>

---

<b>4.6 Proposta de Layout</b>	<b>46</b>
4.6.1 Entrada do Produto Final no Armazém	47
4.6.2 Área de Armazenamento	48
4.6.3 Área de Separação de Envios e Cais	49
4.6.4 Área do gabinete da expedição	51
<b>4.7 Fluxos</b>	<b>51</b>
<b>5 CONCLUSÕES</b>	<b>55</b>
<b>5.1 Conclusões Finais</b>	<b>55</b>
<b>5.2 Perspetivas de Trabalho Futuro</b>	<b>56</b>
<b>6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO</b>	<b>59</b>



# INTRODUÇÃO

- 1.1 Enquadramento**
- 1.2 Objetivos**
- 1.3 Metodologia**
- 1.4 Organização do Relatório / Estrutura**



# 1 INTRODUÇÃO

Este projeto intitulado de “Definição de um novo layout para o armazém de expedição na indústria automóvel de uma empresa do ramo automóvel”, foi realizado no âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), em parceria com a empresa Preh Portugal, Lda. O projeto foi desenvolvido ao longo do primeiro e segundo semestre do ano letivo de 2018/2019 e decorreu nas instalações da empresa, Trofa.

## 1.1 Enquadramento

Segundo Rushton *et al.* (2010) no momento em que o produto é entregue ao cliente final cerca de 55% do custo do produto corresponde a custos relacionados com atividades logísticas. Assim, de modo a que as empresas se tornem mais competitivas, cabe aos seus gestores aumentar a eficiência e a eficácia da cadeia de abastecimento onde estão inseridas, reduzindo os custos globais associados aos seus processos, mantendo ou, se possível, melhorando a qualidade e o serviço prestado aos clientes.

Os armazéns constituem a interface logística com o consumidor, e têm o importante papel de armazenar produtos e de nele se realizarem atividades que proporcionam serviço aos clientes, como a entrega do produto certo na quantidade correta ao cliente certo através da realização de um *picking* e expedição eficazes, para o local e no momento certo. Para o efeito é necessário que o produto seja bem etiquetado e expedido no veículo correto, com antecedência suficiente para que o prazo de entrega seja cumprido. O produto tem também que sair do armazém na condição certa, o que significa que tem de ser entregue sem danos (Richards, 2011). Armazéns que não sejam eficazes e fiáveis nas suas atividades, representam custos acrescidos, assim como uma perda de reputação perante os seus clientes (Alicke *et al.*, 2008).

Numa empresa de sucesso, grande parte da força motriz encontra-se nos colaboradores, logo, há que saber integrá-los na organização e dar-lhes a oportunidade de sugerirem melhorias em todas as etapas do processo, bem como reconhecer o seu importante contributo.

Para além de interativos, os processos de melhoria são iterativos. Numa primeira abordagem, é necessário compreender, observar e investigar. De seguida, é preciso idealizar soluções em consonância com os colaboradores, testá-las em ambiente industrial e por fim implementá-las. Foi, portanto, este o caminho delineado na elaboração do presente trabalho.

## 1.2 Objetivos

Este projeto surge da necessidade de aumento da área do departamento da expedição, numa fase em que a empresa se encontra em expansão. O grupo pretende apostar nesta secção, onde se prevê um grande crescimento, sendo de elevada importância organizá-lo de modo a alcançar um serviço de excelência e, assim, melhorar a satisfação dos seus clientes. Deste modo, o objetivo principal deste projeto é a definição de um layout para a nova área do departamento da expedição. Tendo sido definidos como objetivos secundários:

- Otimização do método de entrada de paletas na expedição;
- Definição de uma área para os envios especiais, expressos ou urgentes;
- Otimização do fluxo de material e pessoas;
- Definição de um layout simples e prático, que permitisse do gabinete ter uma fácil e ampla visão sobre todo o armazém;
- Reajuste as zonas separadas por cliente com base no crescimento ou decréscimo dos respetivos projetos;
- Avaliação dos ganhos obtidos com as soluções propostas.

## 1.3 Metodologia

Durante a realização deste projeto foi seguido um método constituído por diversas etapas o que facilitou a sua execução e a obtenção dos resultados desejados.

Na primeira etapa analisou-se detalhadamente todos os processos realizados na expedição, de modo a conhecer-se as várias tarefas e também os diversos fluxos de pessoas e material realizados no layout da expedição no início do projeto. Durante este período foi possível acompanhar a equipa da expedição, tanto do gabinete, e acompanhar a faturação e a gestão de transportes e embalagens, bem como do armazém, e perceber quais as suas maiores dificuldades e entraves nas suas funções.

A segunda etapa consistiu numa pesquisa bibliográfica de temas relacionados com o projeto que poderiam ser úteis como sustentação teórica para a sua realização.

Na terceira etapa foi feita a recolha de informações essenciais ao desenvolvimento do projeto, entre elas a análise histórica do número de paletes que entra na expedição comparativamente ao número de paletes faturadas para assim analisar o fluxo diário de paletes e a evolução do stock, e também a análise do plano de vendas para 2020 de modo a analisar a previsão do crescimento para o próximo ano. De seguida, realizou-se a análise dos dados recolhidos e todos os cálculos necessários para a definição de uma proposta de layout prática, simples e exequível.

Na última etapa foi apresentada a propostas, avaliados os resultados obtidos e indicadas propostas de trabalho futuro.

## 1.4 Organização do Relatório / Estrutura

A presente dissertação está dividida em cinco capítulos. Neste primeiro capítulo, de natureza introdutória, foi introduzido o tema do relatório assim como apresentados os principais objetivos.

No segundo capítulo, é feito o enquadramento teórico que serviu de base às decisões tomadas ao longo do projeto.

O terceiro capítulo, análise da situação inicial, percepção do estado e condições da expedição no momento em que o projeto foi iniciado. São também apresentados os dados recolhidos e a devida análise dos mesmos.

No quarto capítulo, apresentam-se as soluções propostas e os resultados obtidos com base nas metodologias postas em prática de acordo com a pesquisa e estudo realizados e evidenciados no capítulo dois.

Por fim, no quinto capítulo são abordadas as conclusões do projeto e reflete-se sobre as principais dificuldades sentidas e possíveis perspetivas de trabalho futuro.



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## **2.1 Logística**

## **2.2 Gestão de Armazéns**

## **2.3 Importância dos Armazéns**

## **2.4 Sistemas de Armazenagem**

2.4.1 Cálculo do número de níveis para estantes convencionais

## **2.5 Equipamentos de Movimentação de Cargas**

2.5.1 Movimentação Horizontal

2.5.2 Movimentação Vertical

## **2.6 Unidades de Carga**

## **2.7 Dimensionamento de Armazém**

2.7.1 Dimensionamento do espaço para armazenamento do stock

2.7.2 Dimensionamento do espaço de circulação

2.7.3 Dimensionamento do espaço administrativo

2.7.4 Dimensionamento do espaço para as atividades de receção, preparação e expedição

## **2.8 Layout de Armazém**

## **2.9 Operações de Armazenagem**

2.9.1 Receção

2.9.2 Movimentação de Material (put-away)

2.9.3 Picking

2.9.4 Expedição

## **2.10 Sistemas de Gestão de Armazéns**

## **2.11 Indicadores de Desempenho no Armazém**



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No capítulo que se segue, apresenta-se um resultado da consulta bibliográfica que serviu de base ao desenvolvimento do projeto proposto.

### 2.1 Logística

O *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2019) define Logística como “a parte da Cadeia de Abastecimento que é responsável por todo o processo de planeamento, implementação e controlo de procedimentos para um eficiente e eficaz transporte e armazenamento de mercadorias, serviços e informação desde o ponto de origem ao ponto de destino, de forma a ir de encontro aos requisitos dos clientes”.

A mesma organização de profissionais acrescenta que “as atividades Logísticas incluem a gestão *inbound* e *outbound* dos transportes, gestão de frota, gestão de armazenagem, gestão de manuseamento dos materiais, cumprimento dos pedidos dos clientes, design da rede logística, gestão de inventários, planeamento do abastecimento e da procura e gestão dos prestadores de serviços logísticos” e “incluem o *sourcing* e *procurement*, o planeamento e programação da produção, a embalagem, a montagem e o serviço ao cliente”.

Por fim, pode dizer-se que a “Gestão Logística é uma função integradora que coordena e otimiza todas as atividades de Logística e integra as atividades da Logística com outras, tais como o marketing, as vendas, a produção, as finanças e as tecnologias de informação” (CSCMP, 2019).

### 2.2 Gestão de Armazéns

Os armazéns são um aspeto fundamental nas cadeias de abastecimento modernas e desempenham um papel vital no sucesso ou fracasso das empresas (Frazelle, 2002). Assim, a gestão de armazéns representa um fator de grande importância para as organizações, tendo como principal objetivo o controlo de entradas e saídas de material, os recursos disponíveis e os custos relacionados com todas as operações que daí advêm. Deste modo, esta gestão está relacionada com todas as operações logísticas que ocorrem no armazém, desde a chegada de matéria-prima até à distribuição dos produtos acabados aos clientes finais, sendo essencial no cumprimento dos requisitos e exigências dos mesmos. Uma gestão eficiente de armazéns leva à redução de stock e ao aumento da taxa de utilização dos recursos e da rapidez de resposta. A informação disponível passará a ser mais precisa e todos os custos serão diminuídos (Carvalho, 2017).

### 2.3 Importância dos Armazéns

Na perspetiva do produto final, a armazenagem é uma atividade com a função de guardar os produtos dentro da fábrica ou em locais destinados a estes, desde que são produzidos até ao momento em que são requeridos pelos clientes. Carvalho (2017) argumenta que a atividade de armazenagem, por si só, não acrescenta valor aos produtos e, por vezes, até pode diminuí-lo, através da deterioração, obsolescência, quebras ou outros acidentes.

Dado que a atividade de armazenagem representa uma elevada percentagem dos custos na cadeia de abastecimento, é importante analisar o que faz dela uma atividade fundamental no sistema logístico. Segundo Carvalho (2017), a existência de armazéns advém da necessidade de inventário.

Um sistema logístico sem armazenagem só seria possível se existisse uma perfeita sincronização entre a produção e o consumo, sem variação na procura e com transportes extremamente rápidos. Carvalho (2017) defende que a necessidade de constituição de inventário resulta das seguintes razões:

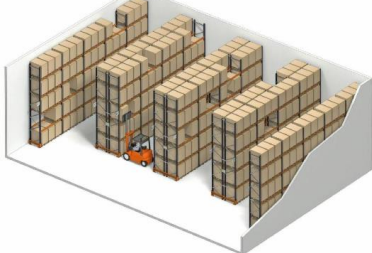




- Capacidade de resposta a variações da procura por parte dos clientes e da oferta dos fornecedores;
- Obtenção de descontos de quantidade e redução dos custos associados a encomendas;
- O abastecimento e o consumo têm comportamentos distintos ao longo do tempo (o consumo é contínuo e o abastecimento e produção são feitos por lotes);
- Desfasamento entre o consumo e a produção.

### 2.4 Sistemas de Armazenagem

Os sistemas de armazenagem assumem elevado relevo para uma empresa logística, no sentido de maximizar o espaço do armazém. Os objetivos dos sistemas de armazenagem visam a satisfação dos clientes bem como maximizar os recursos disponíveis.

Os sistemas de armazenagem podem ser de duas naturezas; manual e automático. As tipologias mais comuns aplicadas na indústria e serviços são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Sistemas de Armazenagem (Cavalho, 2017; Directindustry, 2019; Mecalux, 2019<sup>a</sup>; Richards, 2011).

Tipologia	Descrição	Exemplo
Sistema convencional	Composto por racks com acesso direto e grande número de referências armazenadas.	
Empilhamento em bloco	Armazenagem com base no solo, empilhadas diretamente umas sobre as outras o número de níveis depende sobretudo da resistência dos materiais armazenados.	
Racks de dupla profundidade	Aloca paletes em duas posições de profundidade. Menos corredores que o sistema convencional, mas mais amplos.	
Racks drive in drive through	Sistema que permite o empilhador entrar na estrutura para realizar a deslocação dos produtos. No drive in o acesso está limitado a um lado da estrutura, no drive through o sistema permite o acesso através dos dois lados.	
Push Back	Sistema de armazenagem por acumulação que permite armazenar paletes em profundidade. O suporte é realizado por rolos inclinados que permitem a movimentação das paletes.	

Sistema Dinâmico	As estantes são constituídas por uma plataforma de rolos, com uma ligeira inclinação que permite o deslizamento das paletes, por gravidade e a velocidade controlada, até ao extremo oposto.	
Sistemas Autoportantes	Sistema em que o próprio edifício é formado pelo sistema de armazenagem. Caracteriza-se pela capacidade de armazenagem elevada. Sistema automático que dispensa o recurso de mão de obra.	
Carrosséis horizontais ou verticais	Sistema automático com ponto de acesso que permite a entrega do material. As prateleiras rodam no sentido vertical ou horizontal.	

#### 2.4.1 Cálculo do número de níveis para estantes convencionais

No caso das estantes convencionais, existem algumas considerações a nível de dimensionamento das mesmas que se deve ter em conta, as quais se encontram na Figura 1. Onde, “y” representa a altura entre a paleta e a parte inferior da viga para níveis distintos ao de cota +0 e “x” representa a folga mínima entre paletes ou cargas.

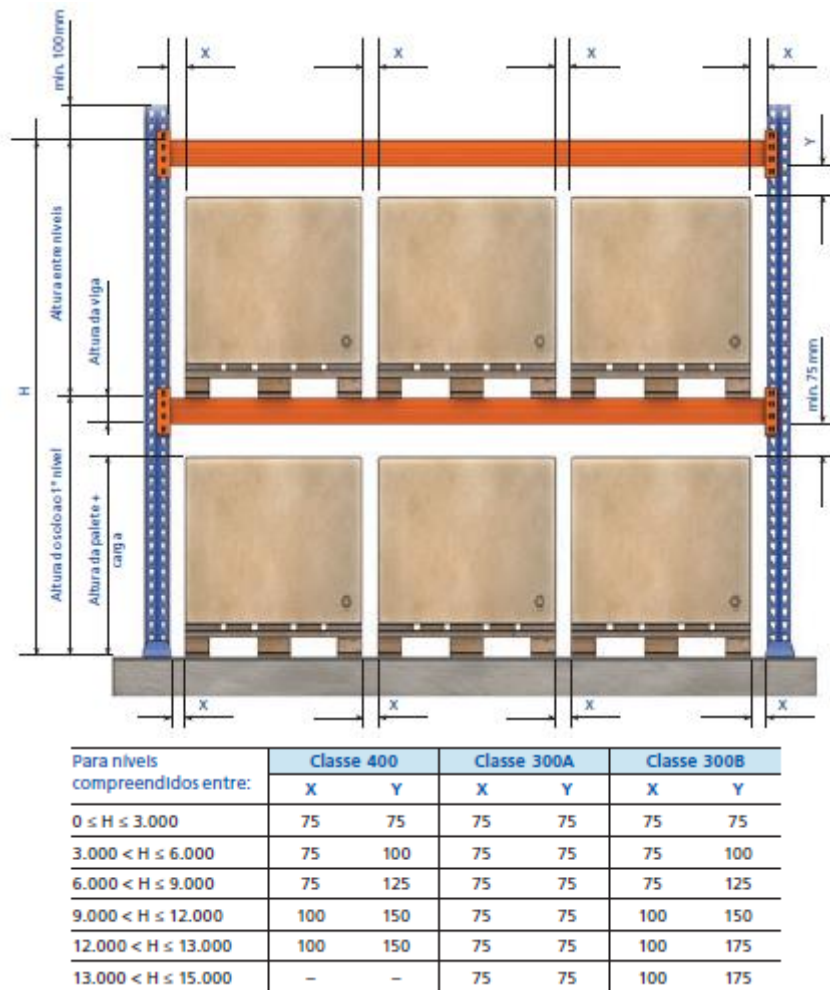


Figura 1 - Tolerâncias e Folgas no Vão na Estante Convencional (Mecalux, 2019)

As tolerâncias de folgas no vão, apresentadas na Figura 1, estão divididas em três classes:

- Classe 400 – stacker, empilhadores elétricos e retráteis;
- Classe 300 A – empilhadores trilaterais e bilaterais com operador em cima (isto é, o operador acompanha a carga);
- Classe 300 B – empilhadores trilaterais e bilaterais com operador em baixo (isto é, o operador fica sempre ao nível do solo).

## 2.5 Equipamentos de Movimentação de Cargas

As operações de armazenagem de um armazém dependem do sistema de movimentação utilizado e compatibilidade entre os sistemas de armazenagem. A seleção de um equipamento de movimentação de cargas deve considerar todos os aspetos de uma operação de movimentação de cargas e armazenamento. Alguns desses fatores podem ser o tipo de mercadorias, os modos de transporte das mesmas, o tipo

de armazenagem, o tipo de operação, as dimensões do armazém, como a altura ou as distâncias percorridas, a área de trabalho, ou o ambiente. A seleção errada deste tipo de equipamentos pode traduzir-se num impacto negativo em termos de produtividade e eficiência de uma empresa (Richards, 2011). Assim apresentam-se alguns dos tipos de equipamentos de movimentação de cargas mais utilizados na indústria e serviços, divididos pelo tipo de movimentação das paletes que pode ser efetuada na horizontal ou na vertical.

### 2.5.1 Movimentação Horizontal

Para a movimentação de paletes na horizontal normalmente são utilizados:

#### *Porta Paletes Manuais*

Os porta-paletes manuais, como o apresentado na Figura 2, possuem uma bomba hidráulica que permite ao operador levantar a paleta o suficiente para a conseguir movimentar pelo armazém. É um equipamento de baixo custo no que diz respeito à movimentação de paletes entre distâncias muito curtas, que também podem ser usadas para manobrar paletes no nível mais baixo dos racks ou descarregar e carregar camiões com as paletes ao nível do chão (Richards, 2011).



Figura 2 - Porta Paletes Manual (Jungheinrich, 2019)

#### *Porta Paletes Eléctricos*

Os porta paletes eléctricos, como o apresentado na Figura 3, apresentam as mesmas funcionalidades do porta paletes automático, sendo, no entanto, operados a bateria recarregável. Através do joystick presente no porta paletes, o operador consegue facilmente controlar todos os movimentos e o freio do mesmo. Para além das vantagens relacionadas com o aumento da ergonomia dos operadores, também se aumenta a sua segurança uma vez que sempre que o operador soltar o joystick o veículo trava automaticamente. Em situações críticas, o operador também pode ativar o botão de impacto e, nesse caso, o veículo irá parar instantaneamente.



Figura 3 - Porta Paletes Elétrico (Jungheinrich, 2019)

### *Tratores de Reboque*

Os tratores de reboque, como o apresentado na Figura 4, são utilizados quando as distâncias entre os pontos em que as mercadorias precisam de ser transportadas são grandes e quando é necessário mover um grande número de paletes ao mesmo tempo. As paletes podem ser transportadas para a localização pretendida em reboques atracados ao trator, que por sua vez também podem ser atracados uns aos outros, dependendo do número de paletes a transportar (Richards, 2011).



Figura 4 - Trator de Reboque (Jungheinrich, 2019)

### 2.5.2 *Movimentação Vertical*

Os equipamentos de movimentação de vertical são sistemas que permitem, em simultâneo, movimentos verticais e horizontais, na maioria dos equipamentos. Os equipamentos mais frequentes são:

#### *Stacker*

Os stackers (Figura 5) são um dos equipamentos mais comuns nos armazéns uma vez que são ágeis e versáteis, tanto no armazenamento como nos transportes por trajetos ou na transferência de paletes. Os stackers facilitam muitas manobras sobretudo quando está apenas pouco espaço disponível.



Figura 5 - Stacker (Jungheinrich, 2019)

### *Empilhadores Elétricos*

Os empilhadores elétricos (Figura 6) são rápidos, flexíveis e versáteis o que lhes permite cumprir uma variedade de operações, tanto no interior como no exterior do armazém, incluindo carga e descarga de mercadorias. No entanto, necessitam de 4 metros para efetuar a manobra de descarga (Richards, 2011).



Figura 6 - Empilhador Elétrico (Jungheinrich, 2019)

### *Empilhador Retrátil*

Os empilhadores retráteis (Figura 7) apresenta características melhores para trabalhar em espaços mais estreitos, com largura mínima até 4 metros. Permite operar em dupla profundidade com elevações até aos 13 metros de altura e carga até 2,5 toneladas de material.



Figura 7 - Empilhador Retrátil (Jungheinrich, 2019)

### *Empilhador Trilateral*

Os empilhadores trilaterais (Figura 8) foram concebidos para operar em corredores com largura pouco superior ao próprio equipamento, ou seja, em corredores de até 1,6 metros de largura. Tem também uma elevação superior a 12 metros de altura.



Figura 8 - Empilhador Trilateral (Jungheinrich, 2019)

## 2.6 Unidades de Carga

A unidade universal de movimentação de cargas é a palete. A paleta é uma plataforma para a deposição de materiais com o objetivo de ser a unidade de carga única para o manuseamento dos produtos. A paleta pode ser constituída por diferentes materiais, sendo os mais comuns a madeira, o alumínio, o cartão, o plástico e o aço (alguns exemplos apresentados na Figura 9). A seleção do material de construção da paleta reside na duração, integridade e estabilidade requerida (Pereira, M.T., 2018).



Figura 9 - Paleta Metálica, Paleta de Plástico e Europaleta, respetivamente (Manutan, 2019)

As paletes podem apresentar diferentes medidas, dependendo do país de cargas a movimentar. Na Europa as dimensões da paleta mais frequentes são 800x1200 milímetros (mm) – Europaleta, no entanto nem todas as paletes 800x1200 mm são Europaletes, só o são as que contêm o símbolo EUR apresentado Figura 10 (Toyota, 2019).



Figura 10 - Símbolo Europaleta (Toyota, 2019)

Existem também outras medidas habituais de paletes, como por exemplo, a paleta americana com dimensões de 1000x1200 mm e a paleta com 1200x1200 mm. Dependendo do tipo de carga, especialmente no setor da distribuição de produtos de grande consumo, é também frequente o uso de paletes de madeira de 800x600 mm, chamados de meia paleta, uma vez que as suas medidas correspondem a metade de um Europaleta (Mecalux, 2019b).

## 2.7 Dimensionamento do Armazém

Durante o dimensionamento do armazém, tudo o que se decide em cada fase terá que ser compatível entre si, isto é, deve-se criar uma solução ótima de uma forma global, de acordo com os diferentes trade-offs que possam surgir, em vez de definir uma solução ótima para um subproblema. Para isso, de acordo com Smith (2000), deverão ser considerados com objetivos primordiais de um armazém os seguintes pontos:

- Maximizar a eficácia da utilização do espaço;
- Maximizar a eficácia da utilização de equipamento;
- Maximizar a eficácia da utilização da mão de obra;
- Maximizar a acessibilidade a todos os itens;

- Maximizar a proteção de todos os itens.

De uma forma global, um armazém compreende produtos, processos e organização. De acordo com Rouwenhorst et al., (2000), as principais dificuldades no dimensionamento de um armazém são:

- Investimento e custos operacionais;
- Flexibilidade de produto e/ou volume (aplicável a linhas de produção);
- Fluxo de produtos;
- Capacidade de armazenamento;
- Tempo de resposta;
- Qualidade do cumprimento de encomenda.

Deste modo, o dimensionamento do armazém é baseado numa análise complexa, pois os fatores em consideração são vários e complexos. Por outro lado, o dimensionamento é desenvolvido para um horizonte temporal alargado (Carvalho,2017). A infraestrutura de armazenagem é composta por várias áreas distintas, sendo as etapas para o dimensionamento de um armazém as apresentadas na Figura 11:

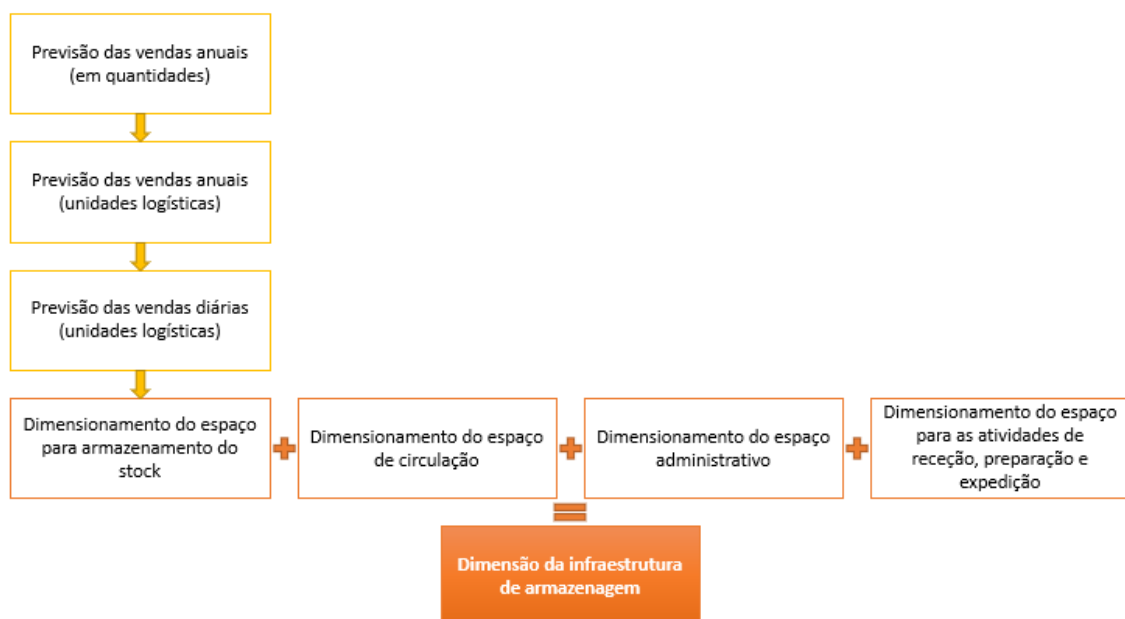


Figura 11 - Etapas para o dimensionamento de um armazém (Carvalho,2017)

### 2.7.1 Dimensionamento do espaço para armazenamento do stock

O dimensionamento de armazém tem frequentemente início no cálculo da área necessária para alocar o stock (esta informação é obtida através de previsões, política de gestão de stocks, dimensões das unidades de carga a movimentar, aproveitamento da altura).

### 2.7.2 Dimensionamento do espaço de circulação

O dimensionamento do espaço necessário para os corredores está diretamente relacionado com o equipamento de movimentação de cargas utilizado. Deste modo, para definir o espaço mínimo entre cargas, é necessário saber qual o tipo e o modelo do equipamento utilizado, este dado aparece indicado na respetiva ficha técnica.

No entanto, como título orientativo, considerando a utilização de Europaletes (1200 x 800 mm), elevadas pelo lado de 800 mm, considera-se como distâncias mínimas (Mecalux, 2019a):

- Stacker: de 2200 a 2300 mm;
- Empilhadores elétricos: de 3200 a 3500 mm;
- Retrátéis: de 2600 a 2900 mm;
- Trilateral: de 1700 a 1900 mm.

### 2.7.3 Dimensionamento do espaço administrativo

O dimensionamento do espaço administrativo deve ter em consideração o número de trabalhadores que utilizam o gabinete, assegurando espaço suficiente para cada um trabalhar de forma ergonómica, espaço para os equipamentos informático necessários e também espaço de arquivo. É também necessário ter em consideração as diversas funções de cada elemento e os fluxos de informação/documentos de forma a garantir o correto funcionamento do mesmo.

### 2.7.4 Dimensionamento do espaço para as atividades de receção, preparação e expedição

#### *Cálculo do número de cais necessários*

A localização e o número de cais num armazém são um ponto crítico no layout de um armazém, porque tem que se planear espaços para estes, respeitando a segurança dos operadores e o tipo de expedição (tipo de transporte). Para a expedição, é necessário ter ruas de acesso e parque para os transportes.

O número de cais tem que ser determinado entre os intervalos de tempo de carregamento dos transportes de expedição, ou seja, o número de cais tem que ser simulado pelo número de transportes diários, pelo tempo de carregamento destes, bem como pelas horas de trabalho do armazém. Deste modo, é preciso ter em consideração os seguintes fatores (Ballou, 2009) :

- $p \rightarrow$  Procura Diária Média (paletes)
- $n \rightarrow$  Nº de Camiões
- $T_d \rightarrow$  Tempo diário disponível (horas)
- $T_{ac} \rightarrow$  Tempo de acostagem do veículo ao cais (min)
- $T_c \rightarrow$  Tempo de carga/descarga de uma paleta (min)
- $T_l \rightarrow$  Tempo de libertação do cais (min)

Através da fórmula seguinte conseguimos calcular o número mínimo de cais necessários para o bom funcionamento do departamento (Ballou, 2009) :

$$N^{\circ} \text{ de Cais} = \frac{n \times (T_{ac} + T_l) + p \times T_c}{T_d \times 60}$$

Para o cálculo do número de camiões necessários por dia é fundamental ter em consideração a sua tipologia. Na Tabela 2 é apresentado um resumo do tipo de veículo, a carga útil e a sua capacidade de transportar paletes (Rangel, 2019).

Tabela 2 - Tipologia do camião e sua capacidade (Rangel, 2019).

Tipo	Carga Útil	Capacidade
Camião 25,2 m <sup>3</sup>	3,4 Toneladas	11 Europaletes
Camião 35 m <sup>3</sup>	3,5 Toneladas	11 Europaletes
Camião 55 m <sup>3</sup>	10 Toneladas	20 Europaletes
Camião TIR Jumbo de 110 m <sup>3</sup>	24 Toneladas	38 Europaletes
Camião TIR Mega 100 m <sup>3</sup>	25 Toneladas	33 Europaletes
Camião TIR Semi-Reboque de 90 m <sup>3</sup>	25 Toneladas	33 Europaletes
Camião TIR Semi-Reboque Normal	25 Toneladas	33 Europaletes

Dependendo na tipologia, altura e do tipo de material que se pretende expedir, existe a possibilidade de as paletes serem sobrepostas, duplicando assim a capacidade do camião.

## 2.8 Layout de Armazém

A capacidade de um armazém poderá promover ou limitar o nível de eficiência pretendida das operações logísticas, bem como a estratégia da empresa na sua globalidade. O layout traduz-se no planeamento, desenho e arranjo físico das zonas dentro de um armazém, onde têm lugar as operações logísticas. Um layout adequado e perfeitamente definido otimiza a utilização de recursos, liberta as operações logísticas de dificuldades e obstáculos, satisfazendo igualmente outros critérios como a qualidade, controlo, segurança, entre outros. Além destes critérios, também é importante considerar a evolução das estruturas, processos e equipamentos técnicos. Devido a muitos destes critérios a definição de um layout é um processo de elevada complexidade (Wrennall, 2004).

O desenho conceptual de um armazém determina as operações funcionais, tais como a quantidade de área de armazenagem, que tecnologias serão empregues ou quantas encomendas serão processadas. Nesta fase do desenho, as questões centram-se em ir de encontro aos requisitos de armazenagem e transferência de produtos, bem como à

minimização de custos (Gu et al. 2010). Para além disso a definição do layout do armazém deve minimizar as distâncias percorridas pelos materiais e recursos humanos. As distâncias percorridas pelos operários no armazém podem ter origens diferentes, manuseamento, arrumação de *picking*, conferência entre outras. A diminuição dos espaços entre materiais com maior interação permite maior eficiência dos operários e menor custos associados. O layout do armazém deve permitir o acesso aos materiais de forma rápida e sem erros (Carvalho,2017).

As infraestruturas de armazenagem incluem várias áreas (área de armazenagem; área de preparação, área de conferência de materiais, entre outras) dentro do espaço disponível para a armazenagem dos vários artigos (arrumar/armazenar). O layout pode apresentar configurações de fluxo direcionado e layout de fluxo em U (Carvalho,2017), Figura 12.

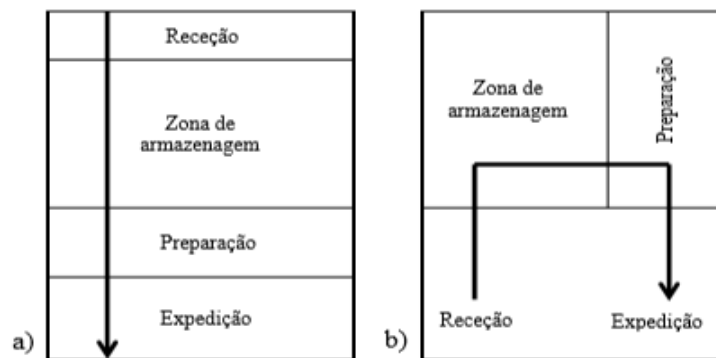


Figura 12 - Layout de armazém; a) layout direcionado; b) Layout em U (adaptado Carvalho, 2017)

A definição do layout adotado deve-se ao critério adotado para a localização dos produtos no armazém. Os critérios para a localização de produtos mais utilizados são:

- Volume ocupado;
- Peso;
- Rotação dos artigos;
- Número de entradas e saída (Carvalho,2017).

O layout com fluxo em U permite a diminuição de distância média percorrida entre as atividades de arrumação e picking. O layout com fluxo direcionado tem como mais valia o menor congestionamento nas operações de receção e expedição.

O método mais comum para classificar os produtos de forma a tornar claro quais os artigos de maior relevo é a análise ABC. Este método permite a classificação dos produtos em três categorias A, B e C. Esta análise baseia-se teoria de Pareto. Segundo esta regra a 20% dos produtos representam 80% da faturação total corresponde a artigos de *classe A*. Os artigos da *classe B* correspondem a 30% e apresentam 15% da faturação. A *classe C* corresponde a cerca de 50% dos artigos e representam cerca de 5% da faturação total, Figura 13.

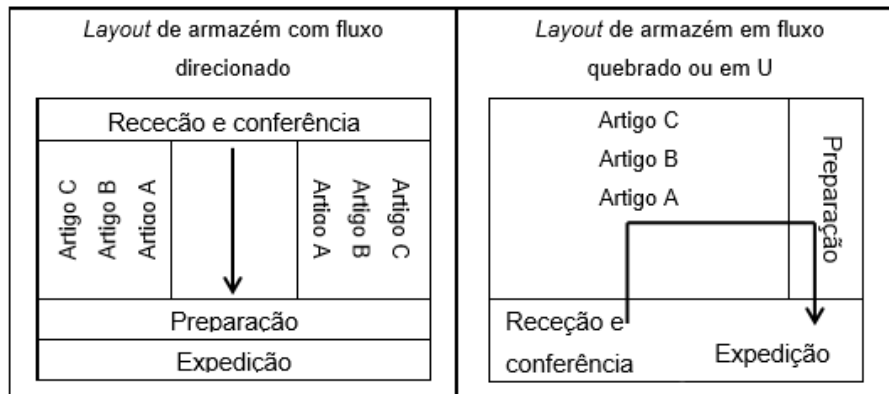


Figura 13 - Layout e produtos ABC (adaptado Carvalho, 2017)

A configuração dos corredores pode ser convencional, que caracteriza grande parte dos armazéns, onde os corredores são paralelos e alinhados com os cais de carga e descarga (com possibilidade de terem corredores ortogonais transversais, que muitas vezes facilitam as atividades de armazenamento e recolha de produtos, como se pode observar na Figura 14). Recentemente foram apresentadas configurações inovadoras e não convencionais, com o objetivo de aumentarem a velocidade das atividades no armazém (Bortolini et al., 2015). Algumas destas novas soluções foram propostas por Gue e Meller (2009), sendo as seguintes:

- Fishbone, com corredores ortogonais no topo e nas margens direita e esquerda, enquanto que o corredor cruzado é diagonal e a direita, com corredores de picking verticais acima e horizontais abaixo;
- FlyingV, os corredores de picking são paralelos e os corredores ortogonais transversais encontram-se no inferior e de topo do armazém; os corredores cruzados têm uma forma de V, com alguma curvatura, com vértice no ponto de receção e expedição (Pohl et al., 2010).

Além destas configurações, Gue et al. (2012) introduziram outras modalidades não convencionais de configurar as estantes em armazém: desenho em chevron, em folha ou em borboleta (ver Figura 15.a, Figura 15.b e Figura 15.c, respetivamente).

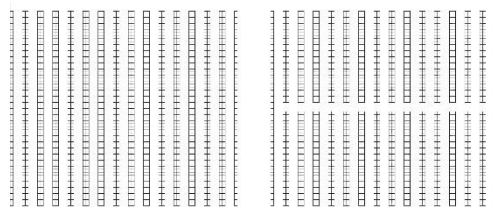


Figura 14 - Configuração dos corredores convencional (Gue et al., 2012)

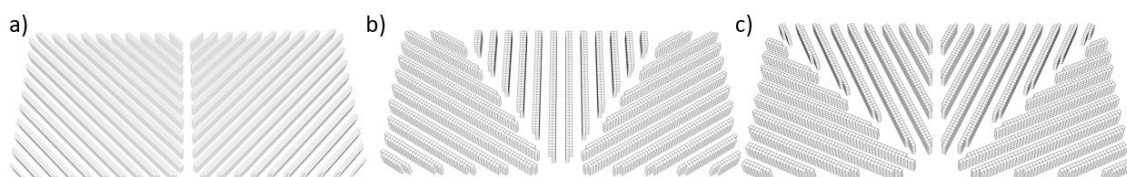


Figura 15 - Configuração dos corredores em a) chevron, b) folha e c) borboleta (Gue et al., 2012)

Segundo Baker e Canessa (2009) o desenho do layout para o armazém deve compreender as seguintes etapas:

1. Definição dos requisitos do sistema - Ter em atenção todos os sistemas com que o armazém funciona, e assim incluir os requisitos estratégicos do negócio e as restrições relevantes, tal como o planeamento e as preocupações ambientais.
2. Definição e recolha de dados - Consoante a natureza do projeto em causa.
3. Análise dos dados - Na maioria dos casos são utilizados modelos computacionais, mas apesar do uso destes, a avaliação é atribuída ao responsável do projeto.
4. Estabelecer as unidades de trabalho a utilizar - Esta definição não deve ser tomada de uma forma isolada, deve sim ter em conta toda a cadeia de abastecimento.
5. Determinação dos procedimentos e dos métodos operacionais – Vai existir uma divisão do armazém em zonas (ex. zonas para grupos diferentes de produtos, regimes de temperaturas, classificações de Pareto, etc.). A decisão a tomar depende da experiência do designer. Os procedimentos e métodos escolhidos devem proporcionar flexibilidade ao armazém.
6. Tipos de equipamentos e características – Avaliação das várias opções e identificação de quais são as mais apropriadas ao processo.
7. Calcular capacidade dos equipamentos e quantidades necessárias - Este cálculo tende a ser baseado nos movimentos dentro do armazém e nas performances standards.
8. Definição dos serviços e das operações auxiliares - Esta definição é baseada na experiência do designer, por vezes concretizada através de checklists de requisitos específicos, pois não existem procedimentos específicos para o fazer.
9. Preparação de layouts possíveis - Nesta fase uma das ferramentas mais usadas pelas empresas é o CAD (computer-aided design). Devem ser desenhados vários layouts baseados na localização da receção e da expedição dos materiais, usados nas operações de armazenagem e listar quais são as vantagens e as desvantagens de cada escolha.
10. Avaliação - Este passo está diretamente ligado com a validação da fiabilidade das soluções propostas, com a verificação da presença dos requisitos necessários, a avaliação do capital necessário e dos custos operacionais.
11. Identificação do design desejado – Nesta fase do projeto será escolhido o design que contenha a coexistência de todos os elementos descritos anteriormente, de forma coerente, identificando as unidades de trabalho utilizadas, as operações e os fluxos, os sistemas de informação, os tipos de equipamentos e as quantidades, os layouts internos e os externos, os requisitos de staff e os custos.

## 2.9 Operações de Armazenagem

Ao longo da cadeia de abastecimento ocorrem procedimentos que são essenciais para a sua boa gestão e para o seu funcionamento. É nos principais nós da rede logística que sucedem as operações necessárias para fazer com que os produtos cheguem, desde o fornecedor, ao cliente final. Alguns destes processos acontecem no armazém pois, normalmente, é neste entreposto da cadeia de abastecimento que o material é rececionado vindo do fornecedor e, posteriormente, é neste local onde se retêm os produtos até à expedição (Carvalho, 2017).

Os principais processos que se realizam no armazém são a receção, a movimentação de material, o picking e a expedição do produto. A disposição do *layout* do armazém influencia a produtividade em cada um dos processos já referidos. É essencial que existam espaços definidos para a receção, armazenagem de material, preparação e expedição. No exemplo a) da Figura 12 tem a vantagem de não existir congestionamento aquando das operações da receção e expedição, visto que, acontecem em espaços bem definidos (Carvalho, 2017). Neste tipo de *layout* existe um fluxo contínuo de material o que pode facilitar a movimentação de material no armazém. Por outro lado, no exemplo b) da mesma figura, devido ao facto das zonas estarem bastante próximas faz com que a distância média percorrida seja reduzida, facilitando a atividade do picking (Carvalho, 2017). Todos são importantes para uma boa gestão e organização do armazém de uma empresa, o que leva a terem especial atenção por parte dos responsáveis da logística de uma organização.

### 2.9.1 Receção

A receção de materiais no armazém tem como principais objetivos planejar as entregas das encomendas feitas aos fornecedores, verificar se a quantidade de materiais pedida está correta, avaliar a qualidade dos produtos, dar entrada do produto no stock e, por fim, transferi-lo para a zona de armazenagem (Mulcahy, 1994). O início desta atividade coincide com a chegada do fornecedor (ou transportador) ao armazém e finaliza com a sua saída. A escolha da transportadora logística tem grande influência no planeamento de receção, o que pode levar, inclusive, a considerar as transportadoras como parte integrante do armazém (Tompkins *et al.*, 2010).

Para este processo decorrer da melhor forma é recomendável que exista um espaço no armazém onde se pode receber e confirmar a mercadoria, de maneira a minimizar a movimentação de materiais e, também, que haja um fluxo de materiais linear desde a sua saída do veículo até à sua colocação no espaço de armazenagem (Tompkins *et al.*, 2010).

### 2.9.2 Movimentação de Material (put-away)

Este processo, tal como os outros aqui abordados, não acrescenta valor ao produto final, no entanto, assume um papel importante que envolve mão-de-obra ou sistemas

automatizados, espaço físico e, portanto, também tem custos económicos. No armazém, por uma questão de organização de material e de espaço, existe, frequentemente, circulação de material entre os locais de trabalho existentes. Esta situação pode levar, por vezes, a um congestionamento de material entre as zonas definidas, como, receção, zona de armazenagem e expedição. A transição dos artigos entre estas zonas deve ser efetuada após existir trajetos bem definidos dentro do espaço do armazém para evitar eventuais congestionamentos, trocas de materiais e desorganização na localização dos materiais (Tompkins *et al.*, 2010).

### 2.9.3 Picking

O picking é o processo que recolhe os produtos da zona de armazenagem e prepara as encomendas feitas pelos clientes, sendo este o processo com mais trabalho intensivo em sistemas de operações manual e, por outro lado, o que mais capital investido tem em sistemas de operações automáticas (De Koster *et al.*, 2007). Mais uma vez, a disposição do layout do armazém pode ter influência na realização deste processo, uma vez que pode ser uma vantagem colocar a zona de armazenagem junto da zona de preparação de encomendas, visto que, assim, é possível reduzir a distância média percorrida na realização desta atividade. Por isto, considera-se este processo como uma prioridade para melhorias da produtividade.

### 2.9.4 Expedição

Após os produtos serem separados, embalados e preparados realiza-se a expedição, envolvendo diversas atividades, como a ventilação do material, preparação dos documentos necessários para o envio da mercadoria para o cliente, junção dos materiais e carregamento de camiões (Tompkins *et al.*, 2010).

Tal como acontece com o processo da receção de encomendas, na expedição dá-se especial importância ao planeamento. Consequentemente, é importante escolher os intervenientes com os quais se vai efetuar este processo, nomeadamente, o transportador logístico (Tompkins *et al.*, 2010).

Assim como acontece com a receção dos materiais, é aconselhável que, no armazém, exista um espaço dedicado a este processo, onde se possa efetuar as operações ligadas à expedição, tais como, separação dos materiais, verificação destes, embalamento e carregamento de camiões (Tompkins *et al.*, 2010).

## 2.10 Sistemas de Gestão de Armazéns

Tal como se viu anteriormente, os principais processos de armazenagem resumem-se à receção, *put-away*, *picking* e, por último, à expedição. A implementação de um sistema de gestão de armazéns capaz de otimizar estas operações pode reduzir consideravelmente os custos, tornando o processo mais eficiente. Um sistema de gestão

de armazéns trata-se de um sistema utilizado na gestão eficaz de processos e atividades de armazenagem, incluindo a receção, o *put-away*, a expedição e a contagem de ciclos de inventário. É, também, responsável pelo suporte de comunicações, permitindo a transferência de informação em tempo real entre o sistema e os colaboradores do armazém. Para além disso, também maximiza o espaço e minimiza a movimentação de materiais, automatizando os processos de armazenagem (Dukić *et al.*, 2010).

Tompkins e Smith (1998) afirmam que as vantagens inerentes a um sistema de gestão de armazéns vão muito além das paredes do armazém. Por sua vez, Richards (2011) defende que estes sistemas e os sistemas de gestão de stocks são conceitos completamente distintos. Os sistemas de gestão de stocks apenas são capazes de controlar o inventário, as localizações e quantidades do mesmo. Por outro lado, os sistemas de gestão de armazéns são capazes de gerir a produtividade no armazém. Um armazém produtivo deve ter a capacidade de gerir todos os processos em tempo real, comunicando de forma eficiente com os sistemas de outras empresas. Segundo estes dois autores, os principais benefícios de um sistema de gestão de armazéns são:

- Aumento da produtividade;
- Diminuição de reclamações e devoluções de clientes;
- Melhor serviço ao cliente e aumento da capacidade de resposta;
- Diminuição de inventário;
- Visibilidade e rastreabilidade do inventário;
- Informação precisa e atualizada;
- Minimização de erros;
- Maximização da utilização do espaço disponível;
- Diminuição dos processos baseados em papel.

### 2.11 Indicadores de Desempenho no Armazém

As boas práticas de gestão levam a que se atribua muita importância aos indicadores de desempenho. Se um processo não for medido, ao nível do desempenho, torna-se muito difícil controlá-lo.

Estes indicadores são muito úteis quando surge a necessidade de comparação do desempenho de uma organização ou processo ao longo do tempo. A medição do desempenho corresponde à quantificação da eficiência e eficácia dos processos e é a chave para um bom desempenho dos processos e operações (Neely *et al.*, 2005; Richards, 2011).

Na perspetiva da armazenagem, Richards (2011) defende que, assegurando uma maior precisão, qualidade, rapidez e eficácia em relação aos custos, é possível contribuir para um alto desempenho, aumentando a satisfação do cliente.

Dessa forma, o mesmo autor afirma que existem inúmeras razões para se medir o desempenho nos armazéns, nomeadamente:

- Assegurar a satisfação do cliente;
- Assegurar a melhoria contínua nas operações;
- Identificar potenciais problemas numa fase inicial;
- Formar os colaboradores em áreas específicas.

Segundo Richards (2011), no âmbito da armazenagem, devem ser medidas quatro áreas, representadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Áreas de Medição de Armazenagem (Richards, 2011)

<b>Fiabilidade</b>	<b>Flexibilidade</b>	<b>Custos</b>	<b>Utilização de Recursos</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Entrega atempada;</li><li>• Satisfação dos requisitos;</li><li>• Precisão do inventário.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tempo de ciclo da encomenda.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Percentagem de vendas;</li><li>• Produtividade.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilização do espaço;</li><li>• Utilização do equipamento.</li></ul>

A análise efetuada aos dados pode ajudar na tomada de decisões por parte dos intervenientes, bem como maximizar os lucros, diminuir desperdícios e melhorar o serviço aos clientes, para além de ajudar na gestão e organização dos diversos departamentos constituintes de uma empresa, nomeadamente, no armazém (Combes and Rivat, 2008).



# APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL

## **3.1 Apresentação da empresa**

## **3.2 Layout Inicial**

## **3.3 Descrição geral das áreas e fluxos da expedição**

- 3.3.1 Entrada do produto final no armazém
- 3.3.2 Área de preparação e armazenamento
- 3.3.3 Área de separação de envios / Cais de saída
- 3.3.4 Gabinete

## **3.4 Levantamento de Dados**

- 3.4.1 Evolução do Stock
- 3.4.2 Previsão de crescimento



### 3 APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO INICIAL

Ao longo deste capítulo será apresentado o Grupo Preh, GmbH. e também a Preh Portugal, Lda.. De seguida será abordada e retratada a situação inicial do armazém do departamento Expedição, no momento em que o projeto começou bem como descritas todas as áreas e seus principais fluxos. Por fim será realizada uma análise aos dados recolhidos.

#### 3.1 Apresentação da empresa

A Preh Portugal, Lda. pertence ao grupo Preh GmbH (*Gesellschaft mit beschränkter Haftung*, ou em português, sociedade com responsabilidade limitada) fundado como “Jakob Preh jun” a 11 de março da 1919 por Jakob Preh em Bad Neustadt an der Saale, na Alemanha. Na Figura 16 pode ser visto o logotipo do grupo (Preh GmbH ,2019).



Figura 16 - Logotipo do grupo Preh GmbH (Preh GmbH ,2019).

A “Jakob Preh jun” iniciou a sua atividade numa antiga estalagem, onde se dedicou à produção de peças e acessórios eletrónicos. No despoletar da era da radio, Jakob Preh identificou uma grande oportunidade de negócio e tornou-se um dos primeiros fabricantes alemães a comercializar um recetor de rádio, denominando-o de “Preh Funk”. Nessa altura a empresa já contava com 200 funcionários.

Em 1969, no seu 50º aniversário, inaugurou-se a primeira fábrica fora da Alemanha. O local escolhido foi a Trofa, em Portugal. Nesse ano o grupo Preh GmbH alcançou um novo recorde de vendas, estabelecendo-o em 92 milhões de marcos Alemães, o equivalente a 47 milhões de euros. No virar do milénio, o grupo totalizou um volume de vendas de 220 milhões de euros com 1970 funcionários em todo o mundo (Preh GmbH, 2019).

Este ano, o grupo fez 100 anos e lançou um novo logotipo comemorativo, apresentado na Figura 17 (Preh GmbH, 2019).



Figura 17 - Logotipo comemorativo 100 anos do Grupo Preh GmbH (Preh GmbH ,2019).

Atualmente o grupo Preh GmbH está instalado em sete países: Alemanha, Portugal, E.U.A., México, Roménia, China e Suécia, como se pode observar na Figura 18.



Figura 18 - Preh no mundo (Preh GmbH ,2019).

A empresa conta agora com 7206 funcionários e uma receita de 1,319 m€, estabelecendo um novo recorde de vendas, como se pode observar na Figura 19 (dados de 31 de dezembro de 2018). Cerca de 1100 trabalhadores pertencem à Preh Portugal, Lda. (Preh GmbH ,2019).

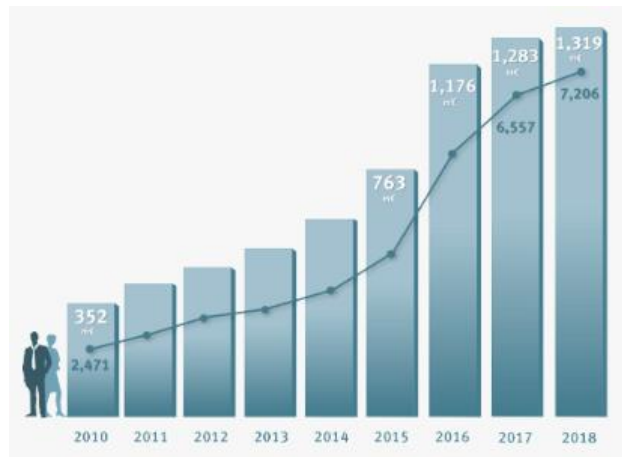


Figura 19 - Nº de Trabalhadores e Receita do Grupo Preh (Preh GmbH ,2019).

A Preh Portugal, Lda., fundada em 1969 na Trofa produz placas eletrónicas, componentes injetados em plástico, pintura de componentes injetados e montagem do produto final. Os seus grandes clientes são os maiores fabricantes mundiais de automóveis como a BMW, o grupo VW/Audi/Seat/Skoda, a GM/Opel/Vauxhall, a Daimler e o grupo Sony/Ford. Alguns exemplos dos produtos de série produzidos pelo Grupo e conceitos inovadores desenvolvidos são apresentados na Figura 20.

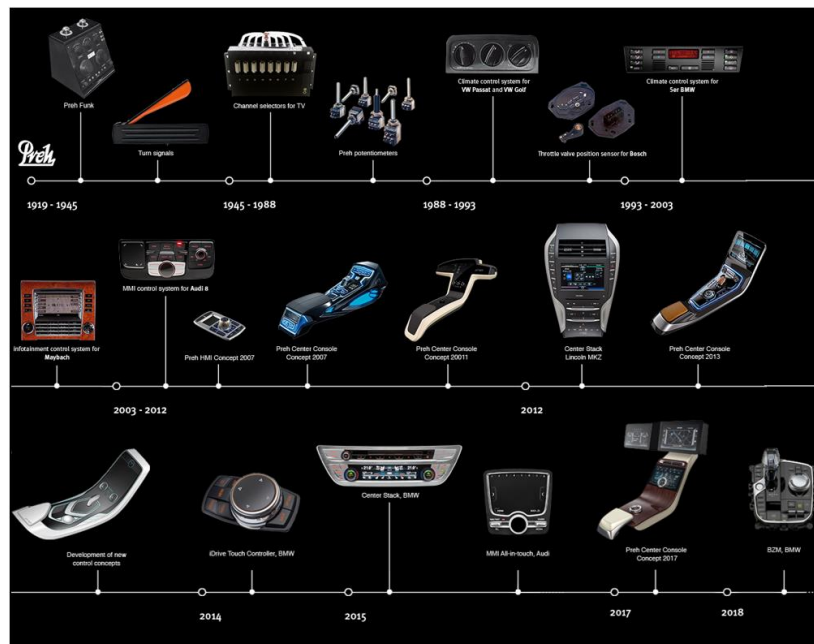


Figura 20 - Exemplos de alguns produtos e conceitos inovadores do Grupo Preh (Preh GmbH, 2019).

A Preh Portugal, Lda. é uma empresa certificada, sendo de salientar que foi das primeiras empresas a nível europeu a receber o certificado *Sony Greenpartner*. O *Lean Thinking* é uma das apostas da empresa o que contribui para a sistemática eliminação de desperdícios e a criação de valor de que beneficiam todos os que, direta e indiretamente, se servem dos seus produtos inovadores e serviços de excelência.

A melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade é um dos compromissos desta empresa, sendo que os principais objetivos são: clientes satisfeitos; produtos e serviços melhores que os concorrentes; colaboradores flexíveis e motivados; integração e harmonia na sociedade e no ambiente; sócios satisfeitos e fornecedores integrados. Quanto ao sistema de gestão do ambiente são: redução e prevenção da poluição; comunicação e responsabilidade ambiental.

A empresa encontra-se dividida em nove departamentos, como se pode ver na Figura 21, tendo sido na logística que se inseriu o projeto que fundamenta este relatório.

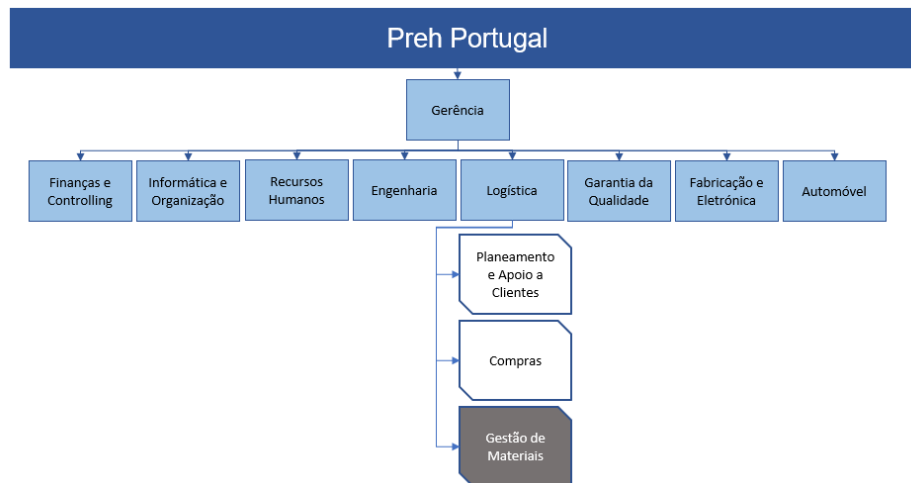


Figura 21 - Organograma Preh Portugal, Lda.

O departamento de logística é constituído por três secções, sendo elas:

- Planeamento e Apoio a Clientes;
- Compras;
- Gestão de Materiais.

Este relatório foi desenvolvido em ambiente industrial na secção de Gestão de Materiais.

### 3.2 Layout Inicial

O processo de expedição envolve um conjunto de tarefas que vão muito além do carregamento de camiões e do tratamento da devida documentação. Deste modo, para que os fluxos de materiais e informação sigam de forma normalizada ao longo da cadeia da logística interna na fábrica, é essencial existir uma separação lógica das áreas do armazém tendo em conta a sequência das tarefas realizadas e o espaço disponível.

Na Figura 22 é possível ter uma visão geral do atual layout do armazém da expedição, o qual engloba as áreas de receção, de armazenagem e expedição de produto final, bem como todas as áreas correspondentes ao tratamento dos materiais e os cais de carga ou descarga de produtos ou materiais, contendo uma área total de, aproximadamente, 1133 m<sup>2</sup>, onde:

- Área de armazenamento e preparação do produto final = 628 m<sup>2</sup> (55,4%);
- Área de corredores = 246 m<sup>2</sup> (21,7%);
- Área de separação de envios = 208 m<sup>2</sup> (18,4%);
- Área de gabinetes = 51 m<sup>2</sup> (4,5%).

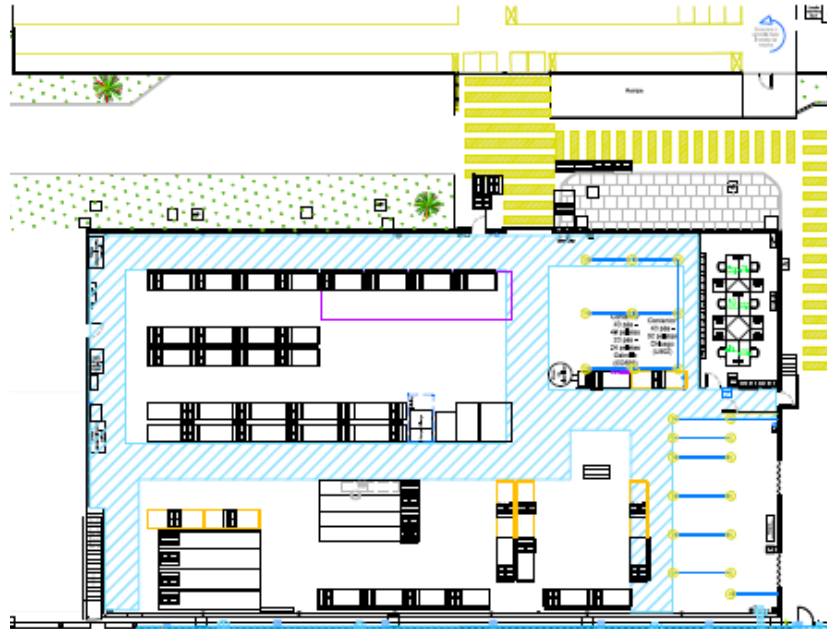


Figura 22 - Layout Inicial do Armazém do Departamento da Expedição

### 3.3 Descrição geral das áreas e fluxos da expedição

O fluxo interno da fábrica termina na área da expedição, onde um conjunto de tarefas é realizado com o objetivo de enviar de forma adequada os produtos finais para os respetivos clientes, obedecendo a uma sequência de ações normalizadas.

#### 3.3.1 Entrada do produto final no armazém

A entrada do produto final para o armazém é realizada através do cais existente no fim da área produtiva, como se pode ver na Figura 23.

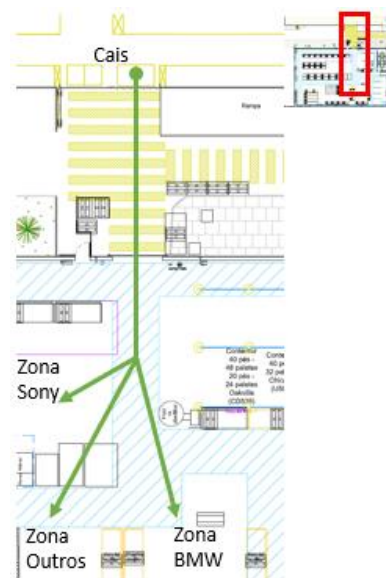


Figura 23 - Área Cais/Entrada Produto final para a Expedição

O cais tem capacidade para 6 paletes de produto final, que é colocado neste local pela equipa de assistência às linhas. Uma vez que o cais se encontra 0,75 metros elevado em relação à expedição, o processo de entrada do produto final no armazém é realizado pelos colaboradores do armazém com recurso a um empilhadores elétrico. Os materiais produzidos e devidamente acondicionados, provenientes das áreas de produção da fábrica, são depois colocados na zona onde correspondem (explicado no ponto 3.3.2).

### 3.3.2 Área de preparação e armazenamento

A área de preparação e armazenamento do produto final está separada em zonas com base nos maiores grupos de clientes, deste modo, encontra-se dividida em três zonas Sony, BMW e Outros, como se pode ver na Figura 24.

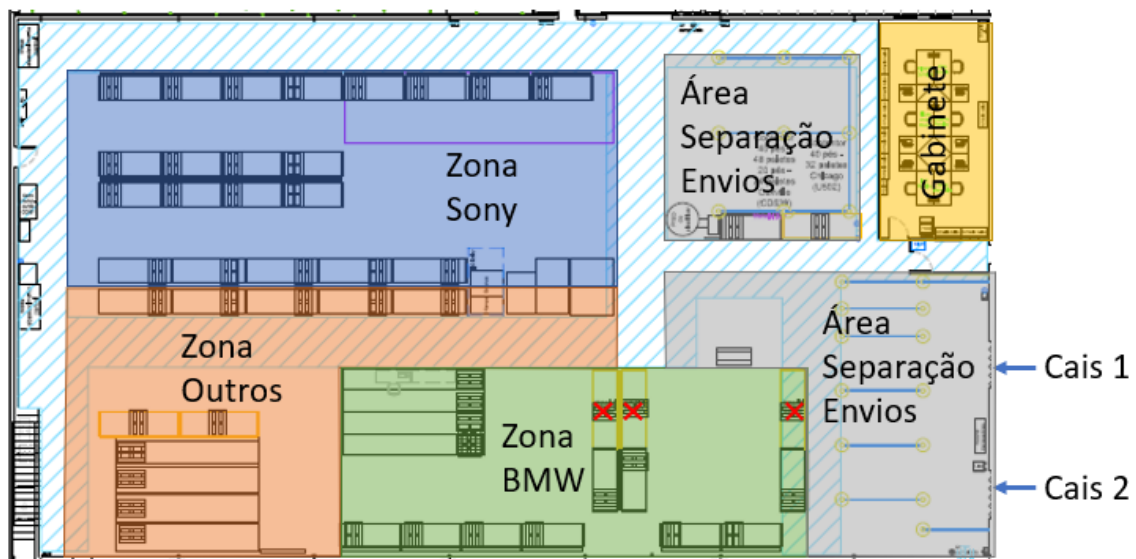


Figura 24 - Separação por Zonas

Cada uma destas zonas inclui uma área com prateleiras para o armazenamento dos produtos rececionados nessa zona, vindos da área da produção. E também uma área de preparação onde o produto final é embalado de acordo com as diversas regras de embalagem fornecidas pelo cliente, de forma a assegurar o correto acondicionamento das peças. É também etiquetado de acordo com as regras do cliente para facilitar a sua identificação.

Esta área é constituída por 35 estantes com 3 paletes de largura, 5 estantes com 4 paletes de largura e 2 estantes dinâmicas com 8 tubos cada. Tendo no total 492 posições de armazenamento.

As estantes marcadas com um “x” vermelho não têm os 2 níveis inferiores de armazenamento, isto serve para funcionarem como corredores de passagem, de modo a tornar o fluxo de matérias da zona Outros e BMW até ao cais mais simples, direto e rápido.

### 3.3.3 Área de separação de envios / Cais de saída

Na Figura 24 está também identificada a zona de separação de envios, na qual as paletes são organizadas de acordo com o envio a que se destinam. Esta área tem cerca de 156m<sup>2</sup> e capacidade para alocar cerca de 275 paletes de forma temporária, dependendo do tipo de palete e da quantidade de envios que necessitem de ser preparados, já que existem paletes que não podem ser sobrepostas e que têm igualmente que ser separadas por envio.

Como se pode também ver na Figura 24, existem dois cais destinados à expedição do produto final.

### 3.3.4 Gabinete

O processo de expedição, à semelhança da maioria dos outros processos levados a cabo na área do armazém, é realizado em articulação com a equipa do gabinete da expedição, a qual pertence também à área da expedição e que tem ao seu encargo o tratamento de toda a documentação relativa ao produto final e sua expedição, bem como a marcação dos transportes, o tratamento de outros tipos de envios (envios sem faturação, envios urgentes, etc.) e todo o tipo de questões burocráticas relacionadas com a expedição de produtos e a sua faturação.

O gabinete da expedição tem capacidade para 7 pessoas, que até agosto de 2019 eram ocupados por:

- 2 elementos responsáveis pela importação e exportação;
- 2 elementos da faturação;
- 1 elemento da gestão de embalagens e embalamentos;
- 1 lugar para a equipa de armazém;
- 1 lugar livre para terem condições para receber um estagiário.

## 3.4 Levantamento de Dados

### 3.4.1 Evolução do Stock

Com o objetivo de analisar a área necessária para armazenar paletes de produto final bem como o número de paletes movimentadas por unidade de tempo, analisou-se a evolução dos stocks do armazém.

Para isso recolheu-se informação sobre as paletes que dão entrada no armazém da expedição e comparou-se com número de paletes faturadas desde janeiro de 2018 até junho de 2019. Os resultados obtidos foram os apresentados no gráfico da Figura 25.

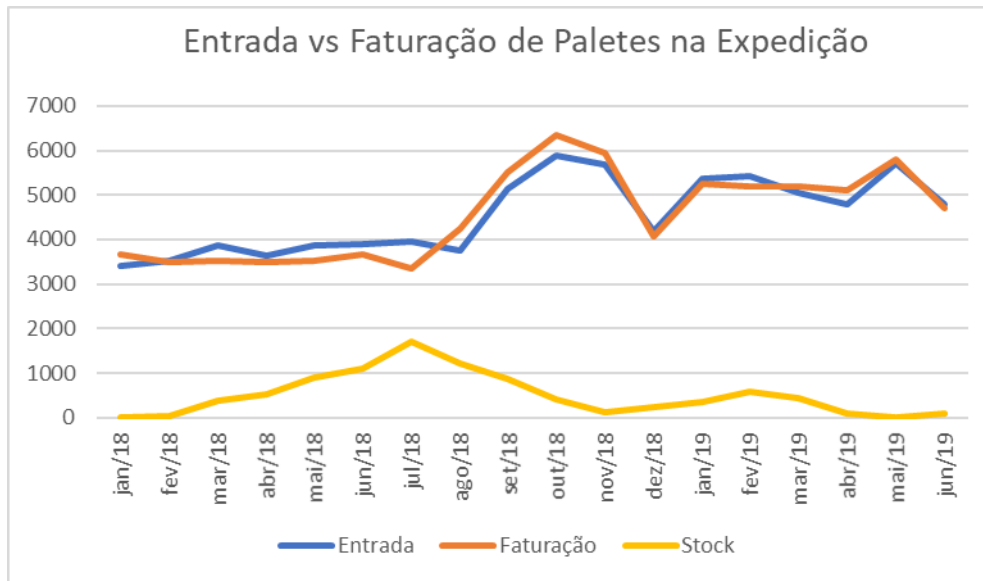


Figura 25 - Entrada vs. Faturação de paletes na Expedição

Pela análise do gráfico é possível concluir que a empresa passou por um grande crescimento no verão de 2018, passando de cerca de 3500 paletes faturadas por mês para cerca de 5100 paletes faturadas por mês, isto representa um crescimento de faturação na ordem dos 46%. Este aumento deveu-se ao novo projeto da BMW, apresentado na Figura 26.



Figura 26 - Novo projeto BMW (The Wall Street Journal, 2019)

Podemos também observar um aumento constante de stock até julho do mesmo ano, este aumento está também diretamente relacionado com este novo projeto, uma vez que houve a necessidade de realizar um stock de segurança para facilitar o arranque do projeto.

### 3.4.2 Previsão de crescimento

Para analisar a previsão da empresa para o próximo ano, comparou-se o plano de vendas de 2019 com o plano de vendas de 2020. O plano de vendas de 2019 era de 6221 milhares de peças no entanto, analisando o primeiro semestre de vendas de 2019, concluímos que a empresa está 21,8% acima do planeado, deste modo o plano de

vendas ajustado aos valores reais passa a ser 7577 milhares de peças. Assim o crescimento do próximo ano é cerca de 46%, uma vez que o plano de vendas de 2020 é de 11067 milhares de peças, na Figura 27 estão apresentados os dados esquematicamente.

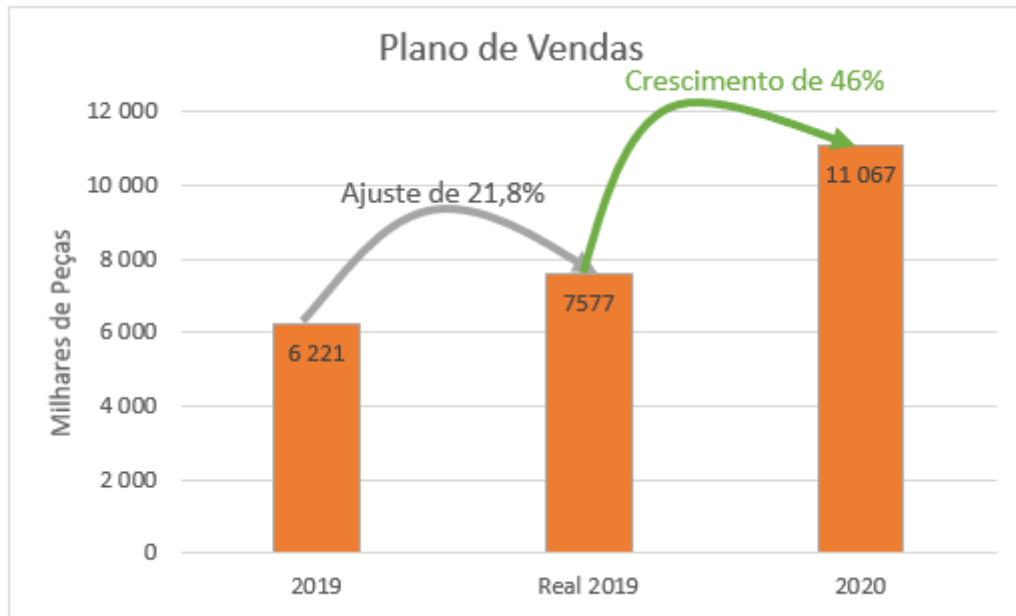


Figura 27 - Previsão de Crescimento para 2020

Grande parte do crescimento do próximo ano, tal como o deste ano, deve-se ao novo projeto da BMW, uma vez que para o próximo ano está planificada a duplicação das linhas, passando assim, de 2 linhas de produção para 4.



# DEFINIÇÃO DO NOVO LAYOUT

## **4.1 Entrada do produto final no armazém**

## **4.2 Área de Armazenamento**

## **4.3 Área de separação de envios**

## **4.4 Número de cais necessários**

## **4.5 Área do gabinete da expedição**

## **4.6 Proposta de Layout**

### 4.6.1 Entrada do Produto Final no Armazém

### 4.6.2 Área de Armazenamento

### 4.6.3 Área de Separação de Envios e Cais

### 4.6.4 Área do gabinete da expedição

## **4.7 Fluxos**



## 4 DEFINIÇÃO DO NOVO LAYOUT

Com o crescimento da faturação e do número de paletes movimentadas por dia, houve a necessidade de aumentar a área da expedição, para isso, a empresa decidiu eliminar o corredor que existia entre a área da montagem e a expedição e adicionar essa nova área à expedição, Figura 28. Foi com essa necessidade de alteração que surgiu este projeto de definição do novo armazém.

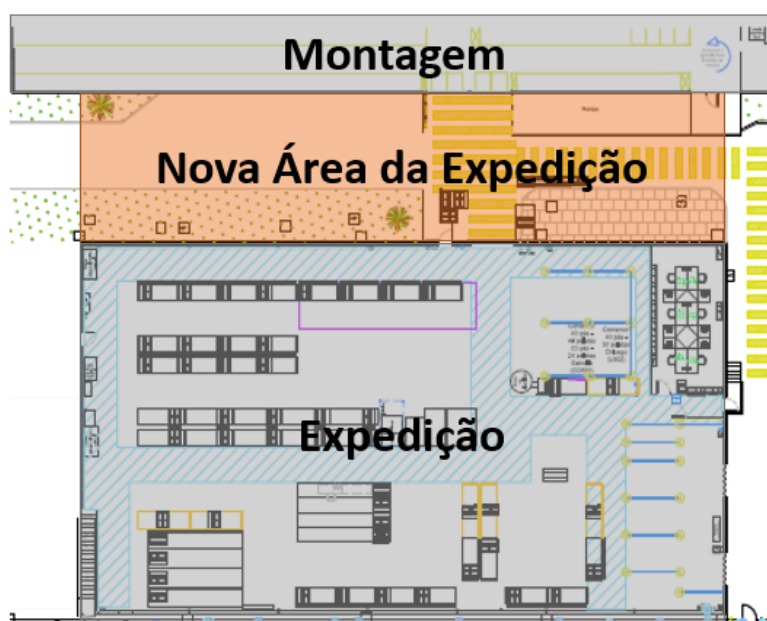


Figura 28 - Nova Área Expedição

Para fazer a definição de um novo layout para o armazém da expedição, foi necessário realizar um levantamento de dados, de modo a poder fundamentar as propostas apresentadas. Nos próximos subcapítulos serão apresentados os diversos cálculos e dados que justificaram a proposta feita no fim do presente capítulo.

### 4.1 Entrada do produto final no armazém

A entrada do material no armazém era feita através de um cais, com capacidade para 6 paletes, elevado a 0,75 metros em comparação com a expedição. As paletes eram colocadas no cais, da parte da área da montagem, com um porta-paletes e descarregadas com um empilhador elétrico, como foi explicado no ponto 3.3.1.

Com a junção da expedição ao cais da montagem deixou de existir as paredes assinaladas a laranja e vermelho, no entanto na parede laranja permaneceu o desnível de 0,75 metros, como se pode ver na Figura 29.



Figura 29 - Cais de entrada de paletes para a expedição - Layout Original

Um dos objetivos do projeto era melhorar o fluxo de entrada de paletes na expedição, para isso propôs-se a implementação de alguns sistemas otimizados de descarga de paletes, sendo eles:

- Uma plataforma elevatória onde se pode colocar 10 paletes de uma vez e depois descer a plataforma e descarregar as paletes de forma simples;
- Um sistema de rolamentos com capacidade para 14 paletes, onde pela força da gravidade as paletes descem até à expedição;
- Abertura de um rasgo de 3 metros no chão, permitindo descarregar 3 paletes com o stacker.

Com estas soluções a capacidade do cais aumenta de 6 paletes para 27 paletes, o que representa um aumento de 350%.

## 4.2 Área de Armazenamento

Como se referiu no ponto 3.4.1, em agosto de 2018 houve um crescimento de 46% na faturação e movimentação de paletes na expedição. Deste modo, decidiu-se realizar a proposta para o novo armazém com base nos valores do primeiro semestre de 2019, uma vez que neste fase a faturação já se encontrava mais estabilizada. Os dados são apresentados com mais detalhe na Figura 30.

	Stock inicial	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	Média
Entrada		5 358	5 412	5 045	4 778	5 705	4 784	5 181
Faturação		5 238	5 192	5 196	5 113	5 787	4 703	5 205
Stock	240	360	580	429	94	12	93	262

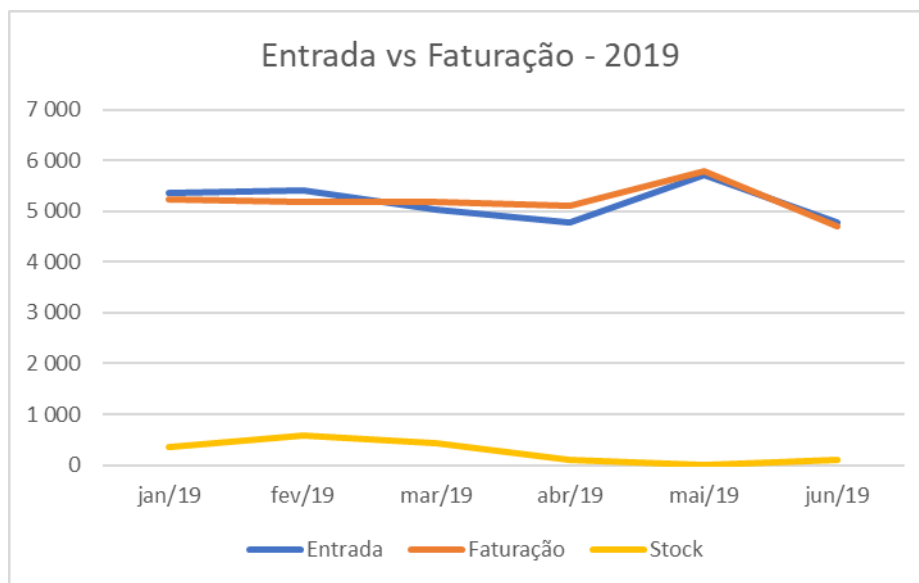


Figura 30 - Entrada vs. Faturação de Paletes – 2019

Analisando os dados relativos ao primeiro semestre de 2019, concluímos que o stock médio foi 262 paletes, tendo no entanto atingido um máximo de 580 paletes no mês de fevereiro.

Deste modo, depois da devida análise e com o apoio da empresa, decidiu-se que o novo armazém deveria ter capacidade para armazenar no mínimo 600 paletes. Esta decisão foi tomada com base:

- No atual número de posições existentes no armazém da expedição =492 posições;
- Na previsão de crescimento para 2020 de 46%, isto representa um aumento de aproximadamente 5205 paletes faturadas por mês para cerca de 7560 paletes faturadas por mês, ou seja um aumento de 380 paletes por dia;
- Considerando uma margem de segurança para picos de stock e para crescimento de faturação para os próximos anos.

Sabendo o número de lugares necessários para o armazenamento do produto final, passou-se para o cálculo do número de níveis que as condições da empresa permitem que cada estante tenha. Para isso foi necessário ter em consideração certos fatores:

- A altura útil do armazém é de 6 metros;
- As vigas utilizadas são de 90 mm;
- A altura máxima de uma paleta é de 1,1 metros;
- As ranhuras dos bastidores encontram-se a uma distância constante de 75 mm entre eles para encaixe das vigas, o que significa que a altura de cada nível tem que ser sempre múltipla de 75.

Na Figura 31 apresentam-se os cálculos efetuados para o número de níveis possíveis para as estantes convencionais. Os cálculos efetuados têm em consideração as folgas descritas na revisão bibliográfica, no ponto 2.4.1.

<b>ALTURA(mm)</b>						
<b>Nº Níveis</b>	<b>AlturaNível</b>	<b>Palete</b>	<b>Folga</b>	<b>Viga</b>	<b>AlturaFinal</b>	<b>AlturaReal</b>
<b>1º Nível</b>	0	1100	75	90	1265	1275
<b>2º Nível</b>	1275	1100	75	90	2540	2550
<b>3º Nível</b>	2550	1100	100	90	3840	3900
<b>4º Nível</b>	3900	1100	100	90	5190	5250
<b>5º Nível</b>	5250	1100	125	90	6565	6600

Figura 31 - Cálculo Número de Níveis das Estantes

Concluimos assim, que o número máximo de níveis é igual a 4 níveis por estante.

### 4.3 Área de separação de envios

Considerando o número médio de paletes faturadas no primeiro semestre de 2019, 5205 paletes, temos um total de aproximadamente 260 paletes a ser expedidas por dia. Com a previsão de crescimento já referida de 46%, necessitamos de uma área de separação de envios com capacidade para 380 paletes.

Deste modo, uma vez que nem todas as paletes podem ser sobrepostas e que existem diversos destinos de mercadoria, calculou-se a área necessária com base na área existente no layout inicial. Ou seja, se no layout inicial em 156m<sup>2</sup> conseguia-se colocar cerca de 275 paletes, para separar 380 paletes para os diversos envios serão necessários, aproximadamente, 216 m<sup>2</sup>.

### 4.4 Número de cais necessários

Para calcular o número mínimo de cais necessários que assegurar o bom funcionamento da expedição, é necessário definir alguns parâmetros:

- P - Procura Diária Média (paletes):  
Para definir a procura média diária de paletes considerou-se o nº médio de paletes por mês do primeiro semestre do presente ano, dividiu-se por 20 (média de dias uteis por mês) e multiplicou-se pela taxa de crescimento prevista de 46%, ou seja:

$$p = \frac{5205}{20} \times 1,46 = 380 \text{ paletes por dia}$$

- N - Nº de Camiões Necessários:

Sabendo que cada Camião TIR Semi-Reboque Normal tem capacidade para 33 Europaletes de chão e é o método de transporte mais utilizado para a expedição de produto final, dividiu-se a procura diária por esse valor de modo a obter o número de camiões necessários por dia, isto porque, apesar de em muitos casos as paletes poderem ser sobrepostas e serem abastecidos camões com 66 paletes, existem muitos outros casos onde os camiões abastecem apenas 5 ou 6 paletes porque as quantidades encomendadas pelo cliente associado a esse transporte são baixas. Assim, de modo a tentar alcançar um meio termo, dividiu-se a procura diária por 33:

$$n = \frac{380}{33} = 12 \text{ camiões por dia}$$

- Td - Tempo diário disponível (horas) = 8 horas/ dia;
- Tac - Tempo de acostagem do veículo ao cais (min) = 5 minutos / camião;
- Tc - Tempo de carga/descarga de uma paleta (min) = 3 minutos / paleta;
- Tl - Tempo de libertação do cais (min) = 2,5 minutos / camião.

Através da fórmula apresentada no subcapítulo 2.7.4 (Ballou, 2009), conseguimos calcular o número mínimo de cais necessários:

$$N^{\circ} \text{ de Cais} = \frac{n \times (Tac + Tl) + p \times Tc}{Td \times 60}$$

$$N^{\circ} \text{ de Cais} = \frac{12 \times (5 + 2,5) + 380 \times 3}{8 \times 60} = 2,56 \text{ cais}$$

Deste modo, concluímos que, no mínimo, serão necessários 3 cais.

#### 4.5 Área do gabinete da expedição

Com o aumento da faturação em cerca de 46% no verão de 2018, a faturação aumentou a sua equipa de 2 para 3 pessoas, passando o gabinete da expedição a ser utilizado por 7 pessoas, reorganizado de seguinte forma:

- 2 elementos responsáveis pela importação e exportação;
- 3 elementos da faturação;
- 1 elemento da gestão de embalagens e embalamentos;
- 1 lugar para a equipa de armazém.

Com este aumento e com a impossibilidade de aumento do armazém naquela altura, o gabinete teve que abdicar do lugar que existia sempre disponível para receber um estagiário.

Outro fator importante para a definição da área do gabinete, foi o novo aumento da equipa da expedição em julho de 2019, com um elemento misto para dar apoio a todas as áreas do gabinete da expedição, desde apoio na importação/ exportação, na faturação e até na gestão de embalagens e regras de embalagem, uma vez que o crescimento da faturação irá continuar para o próximo ano. Deste modo, será necessário dimensionar uma gabinete para 9 pessoas, isto é:

- 2 elementos responsáveis pela importação e exportação;
- 3 elementos da faturação;
- 1 elemento da gestão de embalagens e embalamentos;
- 1 elemento misto que apoie todas as áreas;
- 1 lugar para a equipa de armazém;
- 1 lugar livre para estagiário.

#### 4.6 Proposta de Layout

Depois de analisar todos os dados recolhidos e realizar todos os cálculos necessários, realizou-se a proposta de layout apresentada na Figura 32.

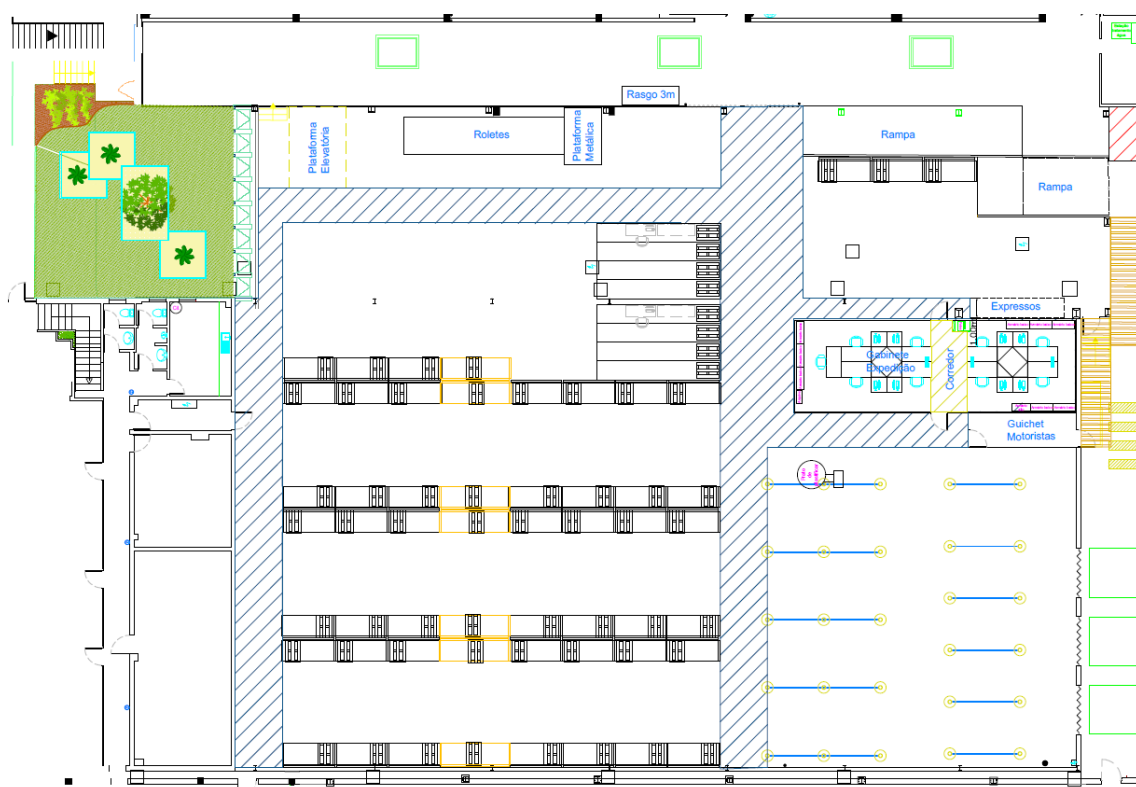


Figura 32 - Proposta de Layout para o novo armazém da expedição

Na Figura 32 é possível ter uma visão geral da proposta para a nova área do armazém da expedição. Este novo armazém contém uma área total de, aproximadamente, 1572 m<sup>2</sup>, ou seja um aumento de 39% da área total, onde:

- Área de armazenamento e preparação do produto final = 671 m<sup>2</sup> (42,7%);
- Área de corredores e outros = 336 m<sup>2</sup> (21,4%);
- Área de separação de envios = 387 m<sup>2</sup> (24,6%);
- Área de gabinetes = 72 m<sup>2</sup> (4,6%);
- Área de Entrada do Produto Final = 106m<sup>2</sup> (6,7%).

As novas zonas serão divididas de acordo com a Figura 33.

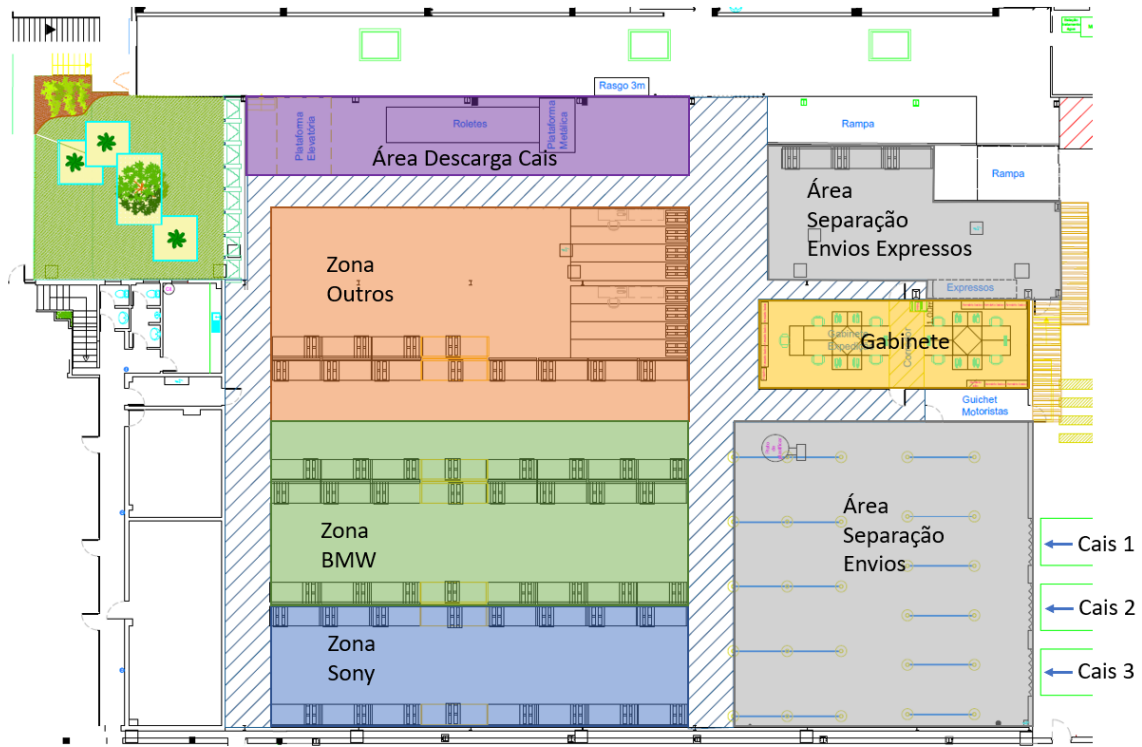


Figura 33 - Divisão por zonas - Proposta de Layout

#### 4.6.1 Entrada do Produto Final no Armazém

Como já tinha sido referido no ponto 4.1, foi proposta uma nova área de receção de paletes que facilitasse a chegada do produto final à expedição, na Figura 34 é apresentado um antes e depois desta área.

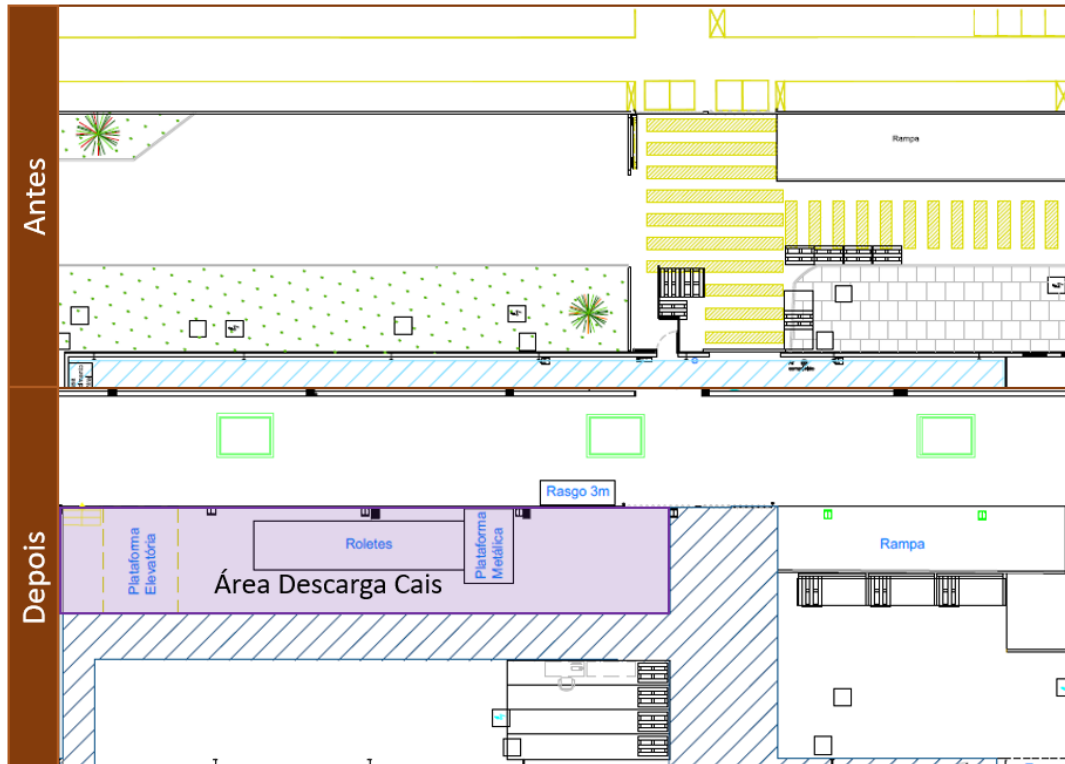


Figura 34 - Antes e Depois - Entrada Produto Final na Expedição

Com a adição da plataforma elevatória, os roletes e o rasgo de 3 metros no chão, conseguimos aumentar a capacidade de entrada de paletes na expedição em 350%, aumentando de 6 para 27 paletes. Para além do aumento de capacidade, o processo de retirada das paletes do cais, com 0,75 m de elevação entre a montagem e a expedição, fica significativamente mais simples pois passa a ser possível descarregar as paletes com o recurso a um stacker, ou até com um porta paletes no caso da plataforma e dos roletes.

#### 4.6.2 Área de Armazenamento

A área de armazenamento é a área que sofre as mudanças mais significativas. Na Figura 35 é apresentada a comparação entre o estado inicial e o layout proposto.

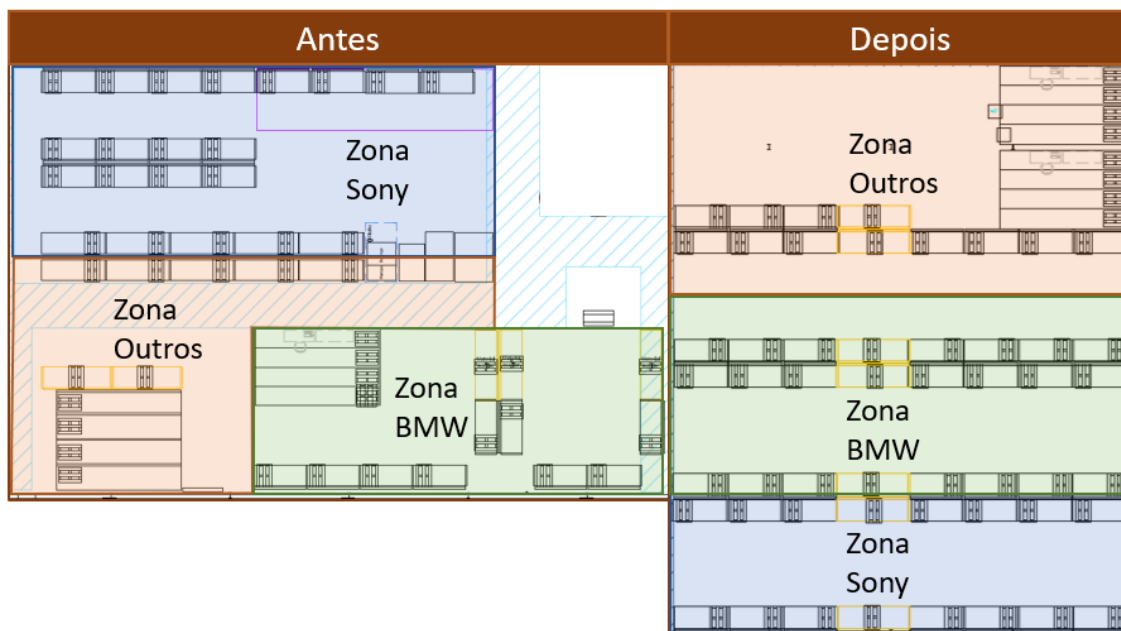


Figura 35 - Antes e Depois - Área de armazenamento

A proposta de layout apresentada é constituída por:

- 45 estantes com capacidade para 3 paletes por nível (estantes pretas na Figura 35);
- 7 estantes com capacidade para 4 paletes por nível (estantes laranjas na Figura 35);
- 2 estantes dinâmicas com capacidade de 5 paletes por tubo e com 8 tubos cada uma.

Estas posições representam um total de 620 localizações de armazenamento, ou seja, um aumento de 26% em comparação com o layout original.

Um fator importante para garantir o prático fluxo de paletes e pessoas, está nas estantes de 4 posições de paletes (estantes laranjas na Figura 35). Estas estantes só deverão ser constituídas pelos 2 níveis superiores, à exceção da estante encostada na parede sul do armazém, com o objetivo de funcionarem como corredor de passagem e assim, tornarem os fluxos de paletes e pessoas do armazém mais simples e rápido.

A proposta de layout foi definida com corredores largos de 4,4 metros entre as estantes, para garantir que cada zona tem área de chão suficiente para validar, reembalar, etiquetar e preparar os seus vários envios.

#### 4.6.3 Área de Separação de Envios e Cais

A área de separação de envios é uma área muito importante para gestão e organização dos envios. Uma correta separação de cargas para envios, evita a mistura e troca de paletes, assegurando assim uma maior satisfação e confiança por parte dos clientes. Na Figura 36 é apresentada com maior destaque a área inicial e a área proposta.

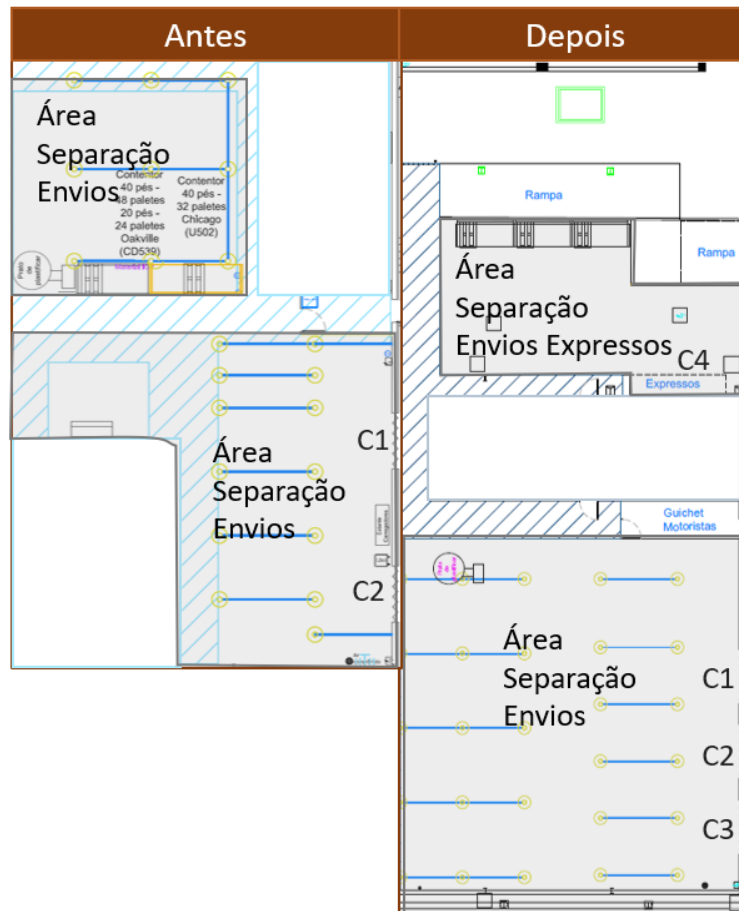


Figura 36 - Antes e depois - Área de Separação de Envios e Cais

A área de separação foi repensada e separada em duas partes, uma parte maior com 279,81 m<sup>2</sup> e uma menor com 107,3 m<sup>2</sup>, ou seja, um total de 387,11 m<sup>2</sup> de área de separação de envios, o que representa um aumento de área de 86%. Este considerável aumento deve-se, não só à previsão de crescimento da faturação da empresa, mas também à decisão de criar uma área de envios urgentes e/ou expressos, ou até amostras, inexistente no layout inicial.

A criação desta área serve para preparar e armazenar enquanto aguardam a sua expedição os :

- Envios urgentes - que possam surgir por diversos problemas;
- Envios expresso –normalmente por serem urgentes ou por a sua dimensão não justificar outro tipo de envio (isto porque, apesar de ser transportado por uma empresa de envios urgentes, não é enviado por essa classe de envio, mas sim na classe económica);
- Envios especiais, este tipo de envios inclui vários tipos de materiais originários dos outros departamentos, como pequenas amostras e devoluções, que geralmente são enviados em apenas uma caixa ou em pequenas paletes.

O número de cais, representados por  $C_i$ , foi aumentado de 2 para 3 cais para camiões e ainda a criação de um quarto cais para carrinhas destinadas aos envios anteriormente descrito, assim, duplicou-se o número de cais.

#### 4.6.4 Área do gabinete da expedição

Na Figura 37 podemos observar as alterações propostas para o gabinete da expedição.

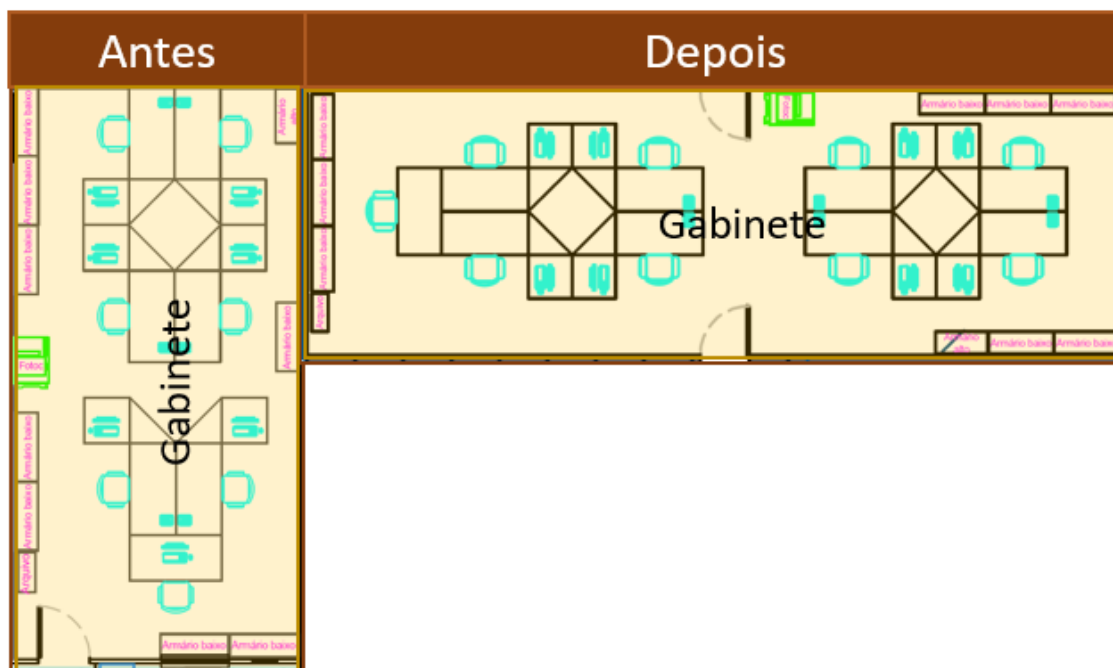


Figura 37 - Antes e Depois - Gabinete Expedição

Com o adionamento de mais um cais, houve a necessidade de rodar o gabinete atual 90°, como se pode observar na Figura 37, essa rotação permitiu a criação de um corredor no gabinete da expedição com duas portas de entrada/saída que melhoram o fluxo de pessoas.

Para além dessa alteração foi também projetado um gabinete para 9 pessoas, justificado pelo grande crescimento de faturação já sucedido e pela contínua previsão de crescimento para o próximo ano, para isso aumentou-se a área do gabinete em cerca de 41%.

### 4.7 Fluxos

Neste subcapítulo serão comparados os fluxos do layout original com os da proposta de layout. Na Figura 38 estão apresentados a verde os respetivos fluxos de entrada de paletes na expedição, e a laranja a saída de paletes das diversas zonas para serem expedidas.

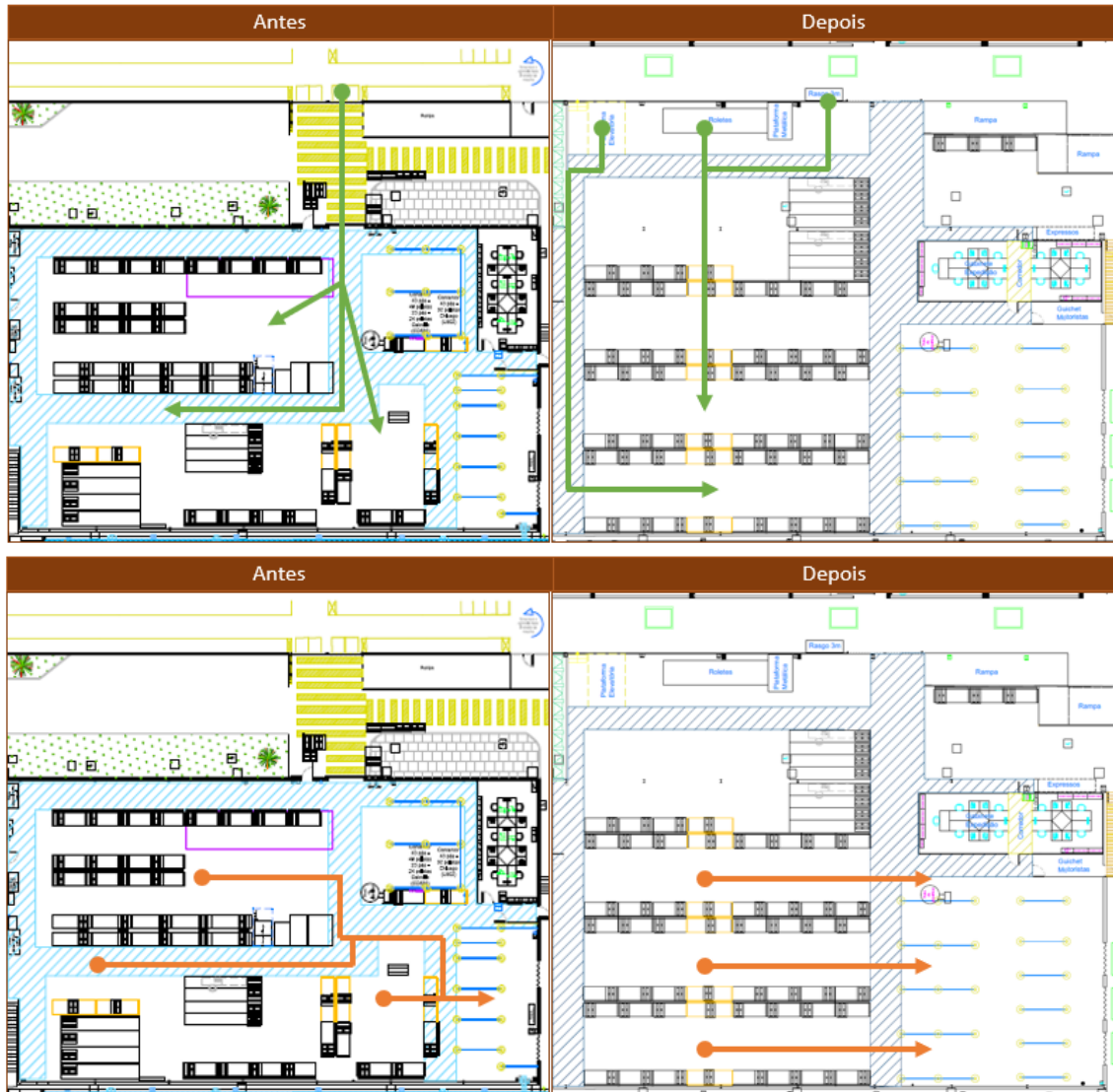


Figura 38 - Antes e Depois - Fluxo Paletes (Verde -Entrada ; Laranja - Saída)

Pela análise dos fluxos acima apresentados, conclui-se que o fluxo de paletes ficou claramente mais simples, uma vez que se tornou mais claro, prático e destacando-se o facto de ser unidirecional. Este tipo de fluxo permite a redução considerável do tempo de deslocação e a diminuição drástica dos congestionamentos

# CONCLUSÕES

## 5.1 Conclusões Finais

## 5.2 Perspetivas de Trabalho Futuro



## 5 CONCLUSÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho realizado e é apresentada uma visão do trabalho futuro a desenvolver.

### 5.1 Conclusões Finais

De acordo com Chen et al. (2009) as empresas vêm-se cada vez mais pressionadas a possuírem maior agilidade e a direcionarem as suas atividades para a satisfação do cliente final devido à procura incansável por níveis de serviço e qualidade mais elevados. Deste modo, uma gestão eficiente e eficaz da cadeia de abastecimento em que a empresa está inserida, traduz-se numa redução significativa dos custos associados aos seus processos.

A gestão logística assume um papel preponderante, nomeadamente na atividade de armazenagem, que é, frequentemente, responsável por uma percentagem elevada de custos nas cadeias de abastecimento, devendo ser alvo de uma especial atenção por parte dos gestores, de modo a torná-la mais eficiente, traduzindo-se num aumento de competitividade das empresas, assim como uma melhoria da qualidade do serviço prestados aos seus clientes. Assim, o presente projeto, realizado no Preh Portugal, Lda., teve o seu principal foco direcionado para a definição de um novo layout para o departamento da expedição do produto acabado, tendo em consideração a melhoria dos processos e dos fluxos.

A análise dos dados recolhidos relativos à entrada de paletes na expedição comparativamente ao número de paletes faturadas, permitiu concluir que no verão de 2018 a empresa apresentou um crescimento da faturação de aproximadamente 46% com a introdução de uma novo projeto da BMW, passando assim de uma média de cerca de 3500 paletes por mês para uma média de cerca de 5100 paletes por mês. Recorrendo à análise do plano de vendas de 2020, concluiu-se que a previsão de crescimento para o próximo ano é também de 46%, isto deve-se principalmente à duplicação das linhas do novo projeto da BMW, passando assim de 2 para 4 linhas.

Analisando todos os dados recolhidos e realizados todos os cálculos necessários, foi desenvolvida um proposta de layout. Esta proposta apresenta melhorias significativas em relação ao layout inicial , entre elas:

- O aumento da capacidade do cais de entrada de paletes para a expedição em 350%;
- A inclusão de sistemas de otimizados de descarga de paletes, como uma plataforma elevatória e um sistema de roletes para deslocação da paleta pela força gravítica;
- O aumento do número de posições de armazenamento em 26%;
- A duplicação do número de cais de expedição;

- A criação de um fluxo de paletes unidirecional o que permite a redução considerável do tempo de deslocação e a diminuição drástica dos congestionamentos;
- O aumento da área de separação de envios em 86%, assegurando assim uma área específica para os envios especiais, expressos ou urgentes;
- O aumento de 41% da área do gabinete, dimensionando um espaço administrativo para 9 utilizadores, assegurando espaço suficiente para cada um trabalhar de forma ergonómica, espaço para os equipamentos informático necessários e também espaço de arquivo.

É relevante referir que a permanência no chão de fábrica, o acompanhamento da evolução da linha de montagem e a comunicação com todos os colaboradores, que sempre se mostraram disponíveis para esclarecer qualquer questão, foi uma ajuda preciosa para o sucesso deste projeto.

Os objetivos deste projeto foram cumpridos com sucesso, tendo sido proposto um layout bastante funcional e eficiente para a secção da expedição.

Finalmente, a realização deste projeto representou, para mim, um desafio aliciante, na medida em que foi um teste às minhas capacidades, foi, também, uma experiência bastante enriquecedora pois tive a oportunidade de trabalhar numa empresa de renome na sua área de negócio e que aposta fortemente na inovação e no crescimento a nível nacional e internacional. Em suma, este trabalho permitiu-me o contacto com uma nova área da logística que ainda não tinha experienciado e também uma enorme aprendizagem.

## 5.2 Perspetivas de Trabalho Futuro

Tendo sido apresentadas melhorias significativas em vertentes como organização, simplificação, transportes e movimentações, sem sacrificar relevantes recursos financeiros ou humanos, há que procurar implementar as mesmas, bem como analisar outras melhorias em eficiência e inovação, sem comprometer o bem-estar dos recursos humanos. Aliás, deve-se continuar a chamá-los e a incluí-los nas melhorias de processos e procedimentos, de modo a criar cada vez mais valor para toda a organização.

Como trabalho futuro, sugere-se a conclusão do projeto da alteração de layout de expedição que se encontra atualmente em curso e a análise continua de problemas e oportunidades de melhoria que possam surgir.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES  
DE INFORMAÇÃO**



## 6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

Alicke, K., Leopoldseeder, M., Mishra, D., Schulze, W.-A. (2008). What's in your Warehouse?. Mckinsey & Company.

Baker, P. & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 425-436. doi: 10.1016/j.ejor.2007.11.045.

Ballou, R. H. (2009). *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos-: Logística Empresarial*. Bookman Editora.

Bortolini, M., Botti, L., Cascini, A., Gamberi, M., Mora, C., & Pilati, F. (2015). Unit-load storage assignment strategy for warehouses in seismic areas. *Computers & Industrial Engineering*, 87, 481–490.

Carvalho, J. (2017) – *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa – 2ª Edição. Edições Sílabo, Lda. ISBN: 978-972-618-598-7.

Combes, C., & Rivat, C. (2008). A modelling environment based on data warehousing to manage and to optimize the running of international company. *International Journal of Production Economics*, 112(1), 294-308.

CSCMP (2019). SCM Definitions and Glossary of Terms. [[http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921](http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921)](Acedido em 30/05/2019).

De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481-501.

Directindustry (2019). LE SALON ONLINE DE L'INDUSTRIE. [<http://www.directindustry.fr/prod/kardex-remstar/product-37211-1578169.html>] (Acedido em 22/06/2019).

Đukic, G., Cesnik, V., & Opetuk, T. (2010). Order-picking methods and technologies for greener warehousing. *Strojarstvo*, 52(1), 23-31.

Frazelle, E., 2002a. *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*. McGraw-Hill, New York.

Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539–549.

Gue, K. R., & Meller, R. D. (2009). Aisle Configurations for Unit-Load Warehouses. *IIE Transactions*, 41(3), 171–182.

Jungheinrich (2019). [<https://www.jungheinrich.pt>] (Acedido em 22/06/2019).

- Manutan(2019). [<https://www.manutan.pt/pt/map/palete>](Acedido em 23/06/2019).
- Mecalux (2019a). Soluções de Armazenagem. [<https://www.mecalux.pt>](Acedido em 22/06/2019).
- Mecalux (2019b). Soluções de Armazenagem. [<https://www.mecalux.com.br/manual-de-armazenagem/paletes/paletes-de-madeira>](Acedido em 22/06/2019).
- Mulcahy, D. E. (1994). Warehouse distribution and operations handbook (Vol. 1). New York: McGraw-Hill.
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (2005). Performance measurement system design: a literature review and research agenda. *International journal of operations & production management*, 25(12), 1228-1263.
- Pereira, M.T. (2018). Gestão de Armazéns: Apontamentos de apoio a unidade curricular de Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento , do curso de Engenharia e Gestão Industrial, do Instituto Superior de Engenharia do Porto. ISEP, Porto.
- Pohl, L., Meller, R. and Gue, K. (2010) Turnover-based storage in non-traditional unit-load warehouse designs, *IIE Transactions*, Vol. 43, No. 10, pp.703–720.
- Preh GmbH (2019). [<https://www.preh.com/en/company/history.html>] (Acedido em 13/07/2019).
- Rangel (2019). Logistics Solutions. [<https://www.rangel.com/pt/infohub/tipologia-de-camioes/>] (Acedido em 09/09/2019).
- Richards, G. (2011). *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*. Kogan Page Limited. London.
- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Houtum, G. J. van, Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515–533.
- Rushton, A., Croucher, P., Baker, P. (2010). *The Handbook of Logistics & Distribution Management*. Kogan Page Limited. London.
- Smith, J.D. (2000). “Storage and Warehousing,” in G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Industrial Engineering*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- The Wall Street Journal (2019). [<https://www.wsj.com/articles/2019-bmw-x7-this-driving-machine-isnt-remotely-ultimate-11556209168>] (Acedido em 24/08/2019).
- Tompkins, J. A., & Smith, J. D. (1998). *The warehouse management handbook*. Tompkins press.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities planning*. John Wiley & Sons.

---

Toyota (2019). Guia de Paletes. [<https://toyota-forklifts.com.pt/porque-a-toyota/sobre-a-toyota/noticias-e-eventos/guia-de-paletes/>] (Acedido em 11/09/2019).

Wrennall, W. (2004). Facilities Layout and Design in Maynard's Industrial Engineer Handbook (3rd ed.). McGraw-Hill.



