



# APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE LEAN WAREHOUSING NO ÂMBITO DO PROJETO DE REFORMULAÇÃO DE UM ARMAZÉM

**ISILA MADALENA CORREIA MURO**

novembro de 2019

# **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE LEAN WAREHOUSING NO ÂMBITO DO PROJETO DE REFORMULAÇÃO DE UM ARMAZÉM**

Isila Madalena Correia Muro

**2018/2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO  
DO PORTO

isep

# APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE LEAN WAREHOUSING NO ÂMBITO DO PROJETO DE REFORMULAÇÃO DE UM ARMAZÉM

Isila Madalena Correia Muro  
1150100

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 do Engenheiro Manuel Pereira Lopes.

**2018/2019**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Engenharia Mecânica





# JÚRI

## **Presidente**

Doutor António Galvão Ramos  
Professor Adjunto, ISEP

## **Orientador**

PhD, Manuel Joaquim Pereira Lopes  
Professor Adjunto, ISEP

## **Arguente**

Doutora Carla Alexandra Soares Geraldès  
Professora Adjunta, IPB



## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho não teria sido possível de realizar e concluir sem a ajuda e apoio, das pessoas que me acompanharam ao longo deste percurso.

Começo por agradecer à pessoa que nunca desistiu de mim e me recordava sempre das minhas capacidades, o meu orientador, Eng.º Manuel Pereira Lopes, por me ter ajudado na pesquisa e elaboração deste trabalho e pelo seu estímulo. Foi uma pessoa que esteve presente e sempre disponível ao longo do caminho percorrido desta etapa.

Queria também agradecer à Nestlé por me permitir participar e realizar este trabalho, relacionado com o projeto de reformulação e otimização do Centro de Distribuição de Avanca, em especial ao Eng.º Ricardo Diogo, pela sua disponibilidade em me ajudar.

Um agradecimento especial à minha grande amiga Mónica Silva, que me ajudou ao longo deste percurso, esteve sempre disponível para tirar dúvidas e contribuir de certa forma para este trabalho e pela motivação constante para a finalização deste trabalho.

Finalmente queria agradecer aos meus Pais, pelo apoio e motivação para a finalização desta etapa e pela força nos momentos em que desistir foi um pensamento. Ao Rui pela paciência que teve nos meus momentos mais difíceis e de maior stress. E por fim às minhas amigas que estiveram mais presentes, pela motivação constante, partilha de alegria e pelo carinho.

A todos um muito Obrigada.



**Palavras-chave**

Lean Warehousing; Reformulação; Armazenamento; Centro de Distribuição; Otimização; Layout.

**RESUMO**

Atualmente o mercado está em constante mudança, as fábricas fazem o planeamento do que têm que produzir tendo em conta as necessidades dos clientes e claro a sazonalidade. Devido a oscilação constante das necessidades dos clientes, as empresas devem manter um *stock* de segurança de forma a conseguir responder às necessidades dos seus clientes de uma forma atempada e garantindo a qualidade dos produtos.

O principal objetivo desta dissertação é definir e otimizar estratégias de armazenamento para os artigos existentes no Centro de distribuição, aplicando a metodologia de Lean Warehousing e recorrendo a análise ABC para definir a rotação de cada artigo. De forma a tornar o *layout* mais otimizado e capaz de proporcionar valor a todos os intervenientes do processo, desde a chegada do produto para armazenamento até ao envio da encomenda, a um baixo valor.

A implementação das metodologias, permitiram a reorganização das famílias dos produtos existentes no Centro de Distribuição e ao melhor aproveitamento do espaço e estruturas com o novo *layout*. Obtendo assim uma redução das paletes armazenadas em armazéns externos e por sua vez a redução dos custos, e ainda permitiu que existisse um aumento na percentagem de ocupação do armazém.



**KEYWORDS**

*Lean Warehousing; Reformulation; Storage; Distribution Center; Optimization; Layout.*

**ABSTRACT**

*Currently the market is constantly changing, the factories plan what to produce taking into account the needs of the customers and of course the seasonality. Due to the constant oscillation of customer needs, companies must maintain a safety stock in order to be able to respond to the needs of their customers in a timely manner and guarantee the quality of the products.*

*The main objective of this dissertation is to define and optimize storage strategies for existing articles in the Distribution Center, applying the Lean Warehousing methodology and using ABC analysis to define the rotation of each article. In order to make the layout more optimized and able to provide value to all the actors of the process, from the arrival of the product for storage to the sending of the order, at a low value.*

*The implementation of the methodologies allowed the reorganization of the existing product families in the Distribution Center and the better use of space and structures with the new layout. Thus achieving a reduction of pallets stored in external warehouses and in turn the reduction of costs, there was also an increase in the percentage of warehouse occupancy.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

CD	Centro de Distribuição
CDA	Centro de Distribuição de Avanço
PAV	Produto proveniente final de linha
IMS	Inter market supply (Produto proveniente de importação)
CHOC	Chocolates
PET	Produtos de alimentação animal
RF	Rádio Frequência
OVF	Overflow – Armazéns externos

### Lista de Unidades

Pal	Paletes
Cx	Caixa

### Lista de símbolos

%	Porcentagem
m <sup>2</sup>	Área



## GLOSSÁRIO DE TERMOS

SKU	<i>stock</i> Keeping Unit
FIFO	First In, First Out
LIFO	Last In, First Out
Zoning	Zoneamento
Single Rack	Estrutura de armazenamento individual
Drive In	Estrutura de armazenamento de diversos produtos
Ranger	Estrutura de armazenamento com apoio de “Satelite cart”



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO MUNDIAL NESTLÉ .....	27
FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO NESTLÉ EM PORTUGAL CONTINENTAL E ILHAS .....	28
FIGURA 3 – ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÕES DE PRODUTOS .....	28
FIGURA 4 – ESQUEMA DE V-INVERTIDO (ADAPTADO DE KAR, 2013) .....	37
FIGURA 5 – ESQUEMA DE VÔO-V (ADAPTADO DE KAR, 2013) .....	38
FIGURA 6 – ESQUEMA “FISHBONE” (ADAPTADO DE KARL, 2013).....	38
FIGURA 7 – ESQUEMA TRADICIONAL (ADAPTADO DE KARL, 2013) .....	38
FIGURA 8 – EMPILHAMENTO EM BLOCOS DE PALETES.....	40
FIGURA 9 – RACK CONVENCIONAL / SELECTIVE RACKS.....	41
FIGURA 10 – DRIVE IN / DRIVE THROUGH .....	42
FIGURA 11 – PUSH BACK RACKS .....	42
FIGURA 12 – SATÉLITE CART RACKING .....	43
FIGURA 13 – CONFIGURAÇÃO PADRÃO COM A FORMA EM I.....	44
FIGURA 14 – CONFIGURAÇÃO PADRÃO COM A FORMA EM U .....	44
FIGURA 15 – LAYOUT ANTIGO COM IDENTIFICAÇÃO DAS FAMÍLIAS DE PRODUTOS.....	50
FIGURA 16 – FLUXOGRAMA DAS FASES CONSTITUINTES DO PROJETO .....	52
FIGURA 17 – SATÉLITE CART RACKING – “RANGER” .....	53
FIGURA 18 – DRIVE IN.....	54
FIGURA 19 – SINGLE RACK.....	54
FIGURA 20 – VISÃO FRONTAL E VISÃO LATERAL DE UMA ESTRUTURA DRIVE IN .....	54
FIGURA 21 – FLUXOGRAMA METODOLOGIA DE CÁLCULO .....	58
FIGURA 22 – FILAS EM DRIVE IN .....	59
FIGURA 23 - ESQUEMA COM MEDIDAS DRIVE IN (VISTA SUPERIOR).....	61
FIGURA 24 - IDENTIFICAÇÃO DE INCÓGNITAS PARA O CÁLCULO ÁREA POR CAPACIDADE PALETE.....	62
FIGURA 25 - ESQUEMA COM MEDIDAS SINGLE RACK (VISTA SUPERIOR) .....	63
FIGURA 26 - RANGER TIPOLOGIA 1+1+1+1 .....	64
FIGURA 27 - RANGER TIPOLOGIA 2+2 .....	65
FIGURA 28 - NOVO LAYOUT COM IDENTIFICAÇÃO DAS FAMÍLIAS DE PRODUTOS .....	75
FIGURA 29 - NOVO LAYOUT COM IDENTIFICAÇÃO DAS FAMÍLIAS E ROTAÇÃO ABC.....	76
FIGURA 30 - PLANTA DO CENTRO / EXPLICAÇÃO ROTAÇÃO ZONA PAV .....	77
FIGURA 31 - FLUXOGRAMA RECEÇÃO / ARMAZENAMENTO DE PRODUTO .....	78



## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - IDENTIFICAÇÃO DAS ESTRUTURAS, CAPACIDADES E PROFUNDIDADE	55
TABELA 2 - TIPO DE ESTRUTURAS DISPONÍVEIS POR TIPO DE ARTIGO	56
TABELA 3 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO X - IMS, EM NÚMERO DE FILAS NECESSÁRIAS	60
TABELA 4 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO Y - PAV, EM NÚMERO DE FILAS NECESSÁRIAS	60
TABELA 5 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO Z - CHOC, EM NÚMERO DE FILAS NECESSÁRIAS	60
TABELA 6 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO W - PET, EM NÚMERO DE FILAS NECESSÁRIAS	60
TABELA 7 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO X - IMS, M2 POR CAPACIDADE PALETE	66
TABELA 8 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO Y - PAV, M2 POR CAPACIDADE PALETE	66
TABELA 9 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO Z - CHOC, M2 POR CAPACIDADE PALETE	66
TABELA 10 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO W - PET, M2 POR CAPACIDADE PALETE	66
TABELA 11 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO X - IMS, % DE UTILIZAÇÃO EM CADA TIPO DE ESTRUTURA	68
TABELA 12 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO Y - PAV, % DE UTILIZAÇÃO EM CADA TIPO DE ESTRUTURA	68
TABELA 13 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO Z - CHOC, % DE UTILIZAÇÃO EM CADA TIPO DE ESTRUTURA	68
TABELA 14 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO W - PET, % DE UTILIZAÇÃO EM CADA TIPO DE ESTRUTURA	68
TABELA 15 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO X - IMS, M2 POR PALETE ARMAZENADA	69
TABELA 16 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO Y - PAV, M2 POR PALETE ARMAZENADA	69
TABELA 17 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO Z - CHOC, M2 POR PALETE ARMAZENADA	70
TABELA 18 - VALORES OBTIDOS PARA O PRODUTO W - PET, M2 POR PALETE ARMAZENADA	70
TABELA 19 - INTERVALOS DEFINIDOS PARA CADA TIPO DE ROTAÇÃO	71
TABELA 20 - RELAÇÃO DA QUANTIDADE DE ARTIGOS EXISTENTES POR TIPO DE ROTAÇÃO E TIPO DE ARTIGO	74
TABELA 21 - EXEMPLOS DE SEQUÊNCIAS DE ARRUMAÇÃO PARA DOIS GÊNEROS DE PRODUTOS DIFERENTES	77



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>25</b>
	1.1	Contextualização 25
	1.2	Nestlé 27
	1.3	Objetivos 29
	1.4	Estrutura 29
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>33</b>
	2.1	Armazéns 33
	2.1.1	Processos 33
	2.1.2	Recursos 34
	2.1.3	Organização do armazém 35
	2.1.4	Tipos de armazéns 36
	2.2	Otimização de armazéns 37
	2.3	Lean Warehousing 39
	2.3.1	Técnicas de armazenamento 39
	2.3.2	Sectoring 44
	2.3.3	Zoning (Zoneamento) 44
	2.3.4	Configuração da área de picking 45
	2.4	Exemplos de trabalhos de implementação 45
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>49</b>
	3.1	Descrição do problema 49
	3.2	Desenvolvimento do projeto por fases 53
	3.2.1	Fase 1 – Identificação das estruturas existentes e as suas capacidades 53
	3.2.2	Fase 2 – Extração e tratamento dos movimentos de <i>stocks</i> 56
	3.2.3	Fase 3 – Análise e identificação do tipo de estrutura mais adequada para cada artigo 57
	3.2.4	Fase 4 – Realização da análise ABC para todos os artigos 70
	3.2.5	Fase 5 – Zoning 75
	3.2.6	Fase 6 – Definição das sequências de arrumação 77
	3.3	Análise e conclusões da implementação da metodologia 78

---

4	CONCLUSÕES	83	
	4.1	Objetivos atingidos	84
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO	87	
6	ANEXOS	91	
	6.1	Layout antigo antes do projeto de reformulação	93
	6.2	Layout antigo com identificação das famílias de produto	94

# INTRODUÇÃO



# 1 INTRODUÇÃO

Esta dissertação tem como objetivo a definição e otimização das estratégias de armazenamento para os diversos artigos existentes no Centro de Distribuição (CD), e para futuros. Utilizando ferramentas como Lean Warehousing e a análise ABC.

## 1.1 Contextualização

Desde os nossos antepassados que o comércio era realizado através da troca de bens e serviços. Sendo que este intercâmbio era realizado diretamente nos postos que existiam.

Tradicionalmente existia o chamado canal de comercialização, que ia desde o produtor que comprava a matéria-prima e a transformava até ao retalhista que fazia com que o produto estivesse disponível ao consumidor final.

Atualmente existe o comércio eletrónico que veio revolucionar o que era considerado o tradicional. Mesmo com este aparecimento o tradicional mantém-se e as fábricas fazem chegar os seus produtos aos consumidores finais através dos distribuidores e retalhistas.

O mercado está em constante mudança, as fábricas planeiam o que produzir tendo em conta o que os clientes consumiram num período anterior, mas as necessidades dos clientes podem variar com o passar do tempo. E assim as empresas devem manter um *stock* de segurança de forma a conseguir responder às necessidades dos seus clientes.

Quando se trata de um CD, o *stock* que será armazenado irá estar alocado por um curto espaço de tempo, enquanto num armazém o produto poderá permanecer armazenado durante mais tempo.

Para o produto ser armazenado, os armazéns devem apresentar boas condições que garantam a qualidade e o bom armazenamento dos produtos e também um bom controlo de *stocks*. Cada vez mais irá existir mais variedade de artigos e os tempos de resposta as necessidades dos clientes irão ser mais curtos.

Por isso os armazéns devem ser desenhados de forma que as operações logísticas sejam o mais eficaz e simples possível.

Sendo o Centro de Distribuição de Avanca (CDA) o único armazém da Nestlé deste género em Portugal, a empresa sentiu necessidade de reformular as suas infraestruturas devido ao estado que as mesmas apresentavam.

Foi então criado um projeto de reformulação do armazém, sendo realizados estudos de desenhos para a nova zona de armazenamento.



A presente dissertação encontra-se assim ligada à Nestlé, empresa conhecida mundialmente pelos seus produtos alimentares, que vão desde a comida para bebés até à comida para o animal de estimação.

## 1.2 Nestlé

A Nestlé é uma empresa multinacional, conhecida mundialmente por atuar no ramo da Alimentação, Nutrição, Saúde e Bem-Estar presente em todas as etapas da vida do consumidor e dos seus animais de estimação.

Fundada por Henri Nestlé em 1866, responsável pelo desenvolvimento da primeira Farinha Láctea.

Está presente em 191 países nos 5 continentes, empregando 328 mil colaboradores e está associada a mais de 2000 marcas, com um lucro no ano de 2017 de 6.234 milhões de euros (figura 1).



Figura 1 – Representação mundial Nestlé

### Nestlé em Portugal

No início do século, Portugal passou por uma crise a nível de alimentação infantil. Foi nessa época que o Professor Egas Moniz (Prémio Nobel da Medicina – 1949), impulsionou a indústria do leite em Portugal, criando a primeira fábrica de leite em pó, em 1923, em Avanca. A Sociedade de Produtos Lácteos, Lda que viria a ser considerada o embrião da que é atualmente considerada a Nestlé Portugal.

No ano de 2017 a Nestlé Portugal obteve um volume de vendas de 486 milhões de euros, empregando 1922 colaboradores, pelas 3 fábricas, centro de distribuição, sede e pelas delegações existentes no continente e ilhas (figura 2).

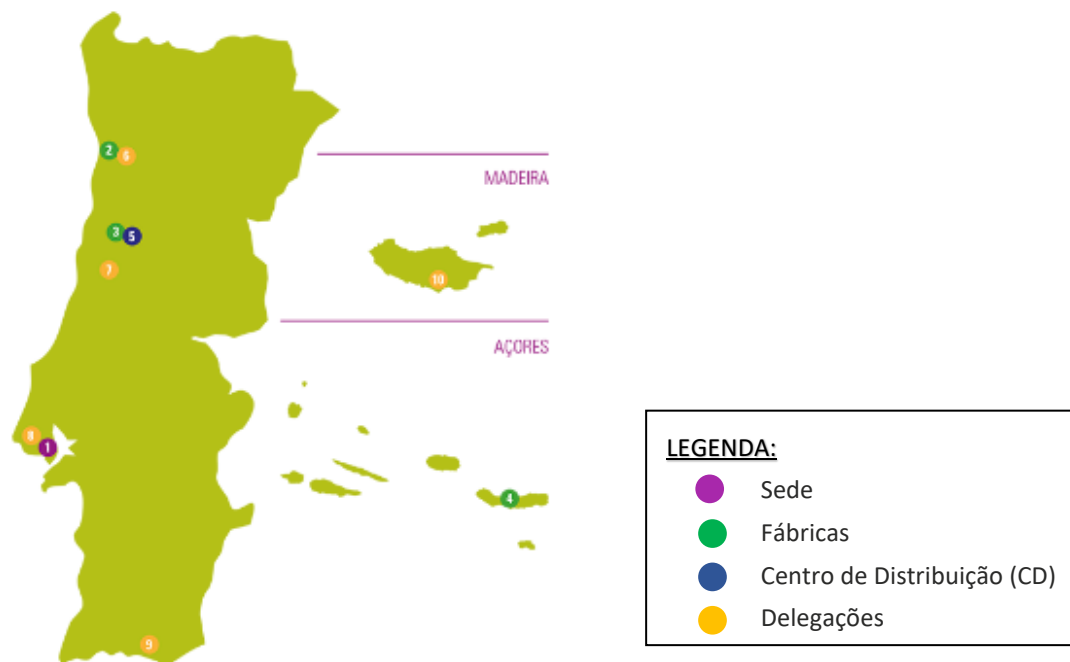


Figura 2 – Representação Nestlé em Portugal Continental e Ilhas

### O Centro de Distribuição de Avanca

Com o grande crescimento na produção na fábrica de Avanca, existiu a necessidade de se construir um Armazém de Logística, de forma a que a fábrica tivesse um armazém mais próximo possível. Tornando-se o 1º armazém de Logística da Nestlé em Portugal, o que permitiu rececionar produtos de outros mercados e distribuir os produtos para outros armazéns terceiros em Portugal e nas ilhas (figura 3).

O mesmo reúne as seguintes atividades: Recepção, Armazenamento, Distribuição, Importação e Exportação de e para outros mercados.

Tendo em 2017 conseguido atingir 77 milhões de euros em exportações.

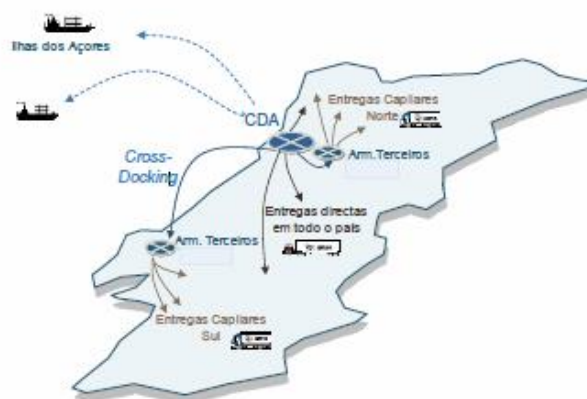


Figura 3 – Esquema de Distribuições de produtos

### 1.3 Objetivos

Esta dissertação tem como objetivo definir e otimizar estratégias de armazenamento para os artigos existentes no CD, aplicando a metodologia de Lean Warehousing e recorrendo à análise ABC para definir a rotação de cada artigo.

### 1.4 Estrutura

A dissertação encontra-se organizada pela seguinte estrutura:

**Capítulo 1** – é realizada a contextualização, definição do objetivo e a apresentação da empresa.

**Capítulo 2** – é apresentada uma revisão bibliográfica sobre os conceitos que serão abordados no capítulo seguinte e conceitos que permitiram uma melhor explicação do projeto desenvolvido.

**Capítulo 3** – Neste capítulo é apresentado de forma detalhada todo o estudo realizado aos *stocks* por produto do armazém, aplicando as metodologias de análise ABC e Lean Warehousing para a otimização do armazém.

**Capítulo 4** - são apresentadas as conclusões do trabalho desenvolvido, os resultados obtidos e os benefícios que as melhorias implementadas vão proporcionar a gestão e funcionamento do Centro de Distribuição.

**Capítulo 5** – Bibliografia.

**Capítulo 6** – Neste capítulo encontram-se anexados informações suplementares e de apoio ao projeto desenvolvido.



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## 2.1 Armazéns

2.1.1 Processos

2.1.2 Recursos

2.1.3 Organização do armazém

2.1.4 Tipos de armazéns

## 2.2 Otimização de armazéns

### 2.3 Lean Warehousing

2.3.1 Técnicas de armazenamento

2.3.2 Sectoring

2.3.3 Zoning (Zoneamento)

2.3.4 Configuração da área de picking

## 2.4 Exemplos de trabalhos de implementação



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão evidenciados os fundamentos científicos que serviram de base teórica para a elaboração desta dissertação e análise de exemplos de outras aplicações das mesmas metodologias utilizadas.

### 2.1 Armazéns

Os armazéns podem ser caracterizados a partir de três pontos, processos, recursos e o tipo de organização (Rouwenhorst, 2000). As etapas pelas quais passa o produto quando chega a um armazém são consideradas processos. Os meios necessários para um armazém funcionar definem-se como recursos, como por exemplo equipamentos de trabalho e colaboradores. Sendo por fim a organização considerada como a compilação de todos os procedimentos, o planeamento e controlo existente no armazém.

Os armazéns são considerados um componente essencial nas cadeias de fornecimento (Gu, Goetschalckx, & Mcginnis, 2007).

#### 2.1.1 Processos

De uma forma geral são consideradas 4 operações chave: Receção, Armazenamento, Separação e Expedição (Rouwenhorst, 2000)(de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007).

##### **Receção**

Tendo em conta os procedimentos padrão para a receção de mercadorias nos armazéns, quando é entregue uma mercadoria num armazém, esta é rececionada nos cais definidos como “cais de entrada”. Assim que rececionada a mercadoria, a mesma é inspecionada, verificando assim se as quantidades estão corretas e alguns pontos de qualidade são conferidos.

A mercadoria é validada e é indicada a localização onde será alocada, sendo posteriormente arrumada. Em alguns casos, pode ser necessário etiquetar a mercadoria, sendo colada uma etiqueta onde esteja presente a informação necessária para garantir a rastreabilidade do produto.

##### **Armazenamento**

Os produtos devem ser arrumados no local de armazenamento designado, que será definido pelo sistema de gestão do armazém.

Para se conseguir atingir uma boa eficiência de todos os processos relacionados com a gestão de armazém e uma otimização do espaço de armazenamento, deve existir uma adequada identificação das localizações para os produtos.

O armazenamento tem dois principais objetivos: ter lucro e fornecer o serviço ao cliente respondendo a todos os seus requisitos. Para conseguirem atingir esses objetivos, têm de ter em conta as seguintes atividades (Rouwenhorst, 2000)(de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007):

- Maximizar a área de armazenamento do armazém;
- Maximizar a utilização do equipamento;
- Garantir a acessibilidade necessária aos SKU's e assegurar as suas rotações;
- Minimizar as despesas operacionais da empresa; e
- Assegurar que os ativos da empresa se mantêm nas condições adequadas.

### Separação

O processo de separação inicia-se através de pedidos de clientes. A separação é realizada manualmente e os colaboradores guiam-se através dos pedidos que surgem automaticamente nas ordens de trabalho e lotes específicos caso o cliente assim o exija. A recolha dos produtos é realizada tendo em conta as rotas existentes que foram traçadas e os requisitos de paletização que podem variar de cliente para cliente (Rouwenhorst, 2000)(de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007).

### Expedição

Quando é realizada a operação de separação o produto “sai” da posição onde se encontra alocado fisicamente e em sistema, através da leitura da etiqueta, passando a ser alocado provisoriamente a um cais de saída.

As cargas são previamente marcadas, de forma a existir uma melhor gestão da preparação das encomendas e dos recursos necessários (pessoas, equipamentos de trabalho, cais, etc.), contribuindo para uma padronização dos processos que constituem o armazém, permitindo à sua melhoria (Rouwenhorst, 2000)(de Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007).

## 2.1.2 Recursos

Podem ser considerados diferentes recursos que constituem um armazém (Rouwenhorst, 2000):

- As unidades de armazenamento podem ser paletes, caixas de cartão e caixas de plástico.
- O sistema de armazenamento, que pode ser diversificado visto que pode ter estruturas de armazenamento simples ou um sistema altamente automatizado. Nos tempos que correm cada vez mais existe este tipo de sistema mais automatizado.

- Um sistema que é considerado essencial é a leitura de código de barras, que permite garantir a rastreabilidade e fazer logo os movimentos em sistema da entrada (reposição) e saída da quantidade do *picking*, existindo automaticamente um acerto de *stock*.
- O recurso mais importante são as pessoas, visto que o desempenho e a garantia do cumprimento dos requisitos dos clientes dependem da disponibilidade das mesmas.

### 2.1.3 Organização do armazém

A organização do armazém depende de como este é dividido por zonas, tendo em conta os processos nele existente.

Poderá ser difícil decidir se deverá existir ou não uma área separada para a reposição de produtos para operações de triagem que poderão ser necessárias, criando assim corredores específicos para o seu armazenamento.

Como já foi identificado anteriormente, existem quatro processos chave nos armazéns e para estes existem políticas de organização diferentes, onde: na Receção a política de organização passa por determinar a atribuição dos camiões para as docas; e no processo de armazenamento são identificadas várias políticas (Rouwenhorst, 2000):

- Armazenamento dedicado (*Dedicated storage*) – a cada produto é atribuído um local específico;
- Armazenamento aleatório (*Random storage*) – é o operador que decide onde irá alocar o produto;
- Armazenamento baseado em classes (*Class based storage – ABC zoning*) – são atribuídos grupos aos produtos de acordo com a sua rotatividade e assim à *posteriori* o produto é alocado nas zonas destinadas a esses grupos;
- Armazenamento correlacionado / agrupamento familiar (*Correlated storage/family grouping*) – os SKU's são armazenados tendo em conta se são frequentemente solicitados em simultâneo;
- Encaminha, Reservar e reabastecer (*Forward/reserve and replenishment*) – poderá existir em alguns armazéns áreas reservadas, onde será necessário indicar quais os artigos e em que quantidades são armazenadas.

Enquanto o produto se encontrar armazenado, deverá existir inventários periódicos, existindo assim um controlo dos *stocks* de forma a reduzir as discrepâncias que poderão ocorrer aquando da realização de um inventário anual.

No processo Separação de pedidos existem alguns pontos que merecem atenção (Rouwenhorst, 2000) a área deve ser dividida em zonas diferentes de *picking* de forma a poderem ser atendidos por diferentes *orderpickers*. Existem duas políticas alternativas: *zoning* paralelo ou sequencial. Outro ponto a ter em conta é como os pedidos podem ser separados ou por *picking* de ordem única ou por lotes de produção.

## 2.1.4 Tipos de armazéns

Podem existir vários tipos de armazéns (Frazelle, 2002) tendo em conta o produto que armazenam, a complexidade das operações que neles existem e a sua localização.

Tendo em conta o tipo de produto que armazenam, os armazéns podem ser diferenciados da seguinte forma (Frazelle, 2002):

- Armazém de matérias-primas e componentes

Este tipo de armazém armazena matéria-prima e componentes que constituem os produtos finais. O investimento é elevado quando se trata de um armazém de componentes, devido ao elevado número de componentes e variações de procura, mesmo existindo previsões de necessidades. Outra característica que provoca o investimento elevado é a necessidade de *stocks* de segurança relativamente altos, que é causado por *lead times* elevados por parte dos fornecedores.

- Armazéns de produtos em processo de fabrico

São armazenados produtos que ainda não estão finalizados. São considerados os armazéns intermédios que poderão armazenar produtos semiacabados de diferentes pontos da produção.

- Armazéns de produto acabado

Neste tipo de armazém são armazenados os produtos que estão acabados e que não vão diretamente para o cliente final. Geralmente estão localizados próximos dos pontos de fabricação.

Tendo em conta a sua localização e a função, os armazéns podem ser diferenciados da seguinte forma (Frazelle, 2002):

- Centros de distribuição

São armazenados produtos acabados de várias fábricas, com a finalidade de efetuarem a sua distribuição por clientes comuns.

- Pequenos centros de distribuição

Estes pequenos centros de distribuição recebem e fazem a expedição de pequenos pedidos, para clientes individuais. E até podem ser subcontratados por armazéns de distribuição de maiores dimensões.

- Armazéns locais

São considerados armazéns de pequenas dimensões, situados perto dos clientes de forma a tornar as distâncias de transporte mais curtas, reduzindo os custos e o tempo de entrega das encomendas.

## 2.2 Otimização de armazéns

A otimização de armazéns tem tido cada vez mais atenção por parte das empresas e através do desenvolvimento da tecnologia, da criação de novas metodologias e das exigências dos clientes, permite que estas atinjam os níveis de desempenho desejados. *“Tudo é baseado em exigências dos clientes. As principais razões para a otimização são aumentar o desempenho da empresa em relação à produção e minimizar os stocks ao longo da cadeia de abastecimento, fornecer serviços adicionais e reduzir os custos de transporte”* (Kar, 2013.).

Os armazéns e os centros de distribuição são projetados tendo em conta inúmeros estudos de otimização de armazéns, isto implica que a gestão de armazém (WMS) seja muito importante e complexa (Kar, 2013.). Atualmente o mercado de *softwares* oferece uma grande variedade de soluções devido à grande diversidade de possibilidades de otimizações.

De acordo com (Kar, 2013.) a otimização de armazém pode ser dividida em três níveis: (1) estrutura técnica básica do armazém; (2) estrutura operacional e organizacional; e (3) sistemas de controlo para as operações de armazéns.

Otimização da estrutura técnica – irá envolver uma mudança no *layout* do armazém, nos equipamentos de trabalho, na escolha dos transportadores, bem como noutros atributos relacionados á estrutura técnica. *“O projeto do layout do armazém é uma componente chave de outras tarefas de otimização e tem um impacto significativo no order-picking e nas distâncias a percorrer no armazém”* (Kar, 2013.). A maneira como o *layout* do armazém estiver definido irá trazer uma melhoria significativa, mas também poderá depender de armazém para armazém.

Num projeto *layout* devem ser considerados alguns pontos importantes, para que o *layout* possa trazer melhorias: o número, o comprimento e a largura dos blocos; o número, o comprimento e a largura dos corredores destinados para *picking* e a localização das entradas e saídas do armazém.

Existem diferentes tipos de *layout* que são identificados (Kar, 2013.):

- Esquema de V-invertido

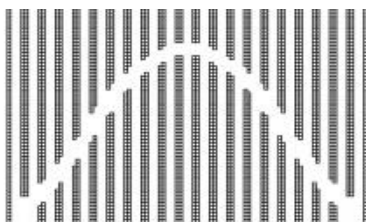


Figura 4 – Esquema de V-invertido (Adaptado de Kar, 2013)

- Esquema do *Vôo-V*

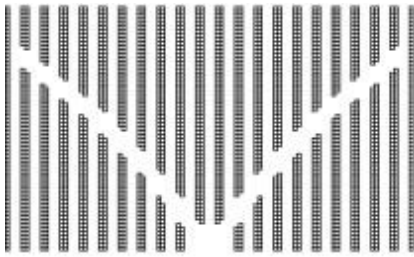


Figura 5 – Esquema de *Vôo-V* (Adaptado de Kar, 2013)

- Esquema “*Fishbone*”

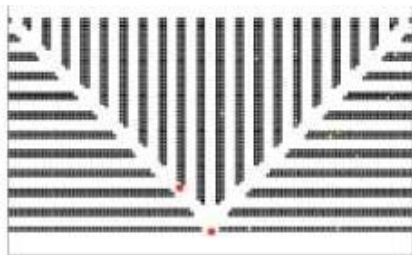


Figura 6 – Esquema “*Fishbone*” (Adaptado de Kar, 2013)

- Esquema tradicional

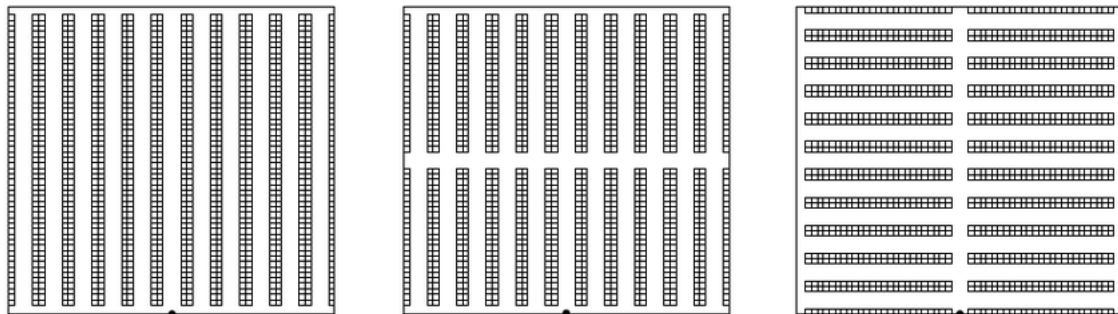


Figura 7 – Esquema Tradicional (Adaptado de Kar, 2013)

Caso se opte por um *layout* onde os corredores são mais estreitos, de forma a otimizar o espaço de armazenamento (Kar, 2013) o *layout* do armazém está interligado com o desenho do corredor já existentes. Pode levar ao aumento dos custos operacionais e a um maior congestionamento entre os colaboradores nos corredores devido a falta de espaço, podendo assim falhar com um requisito muito importante dos clientes, que é a entrega a horas da encomenda.

Otimização da estrutura operacional – Engloba toda a estrutura operacional e organizacional que constitui um armazém. Este tipo de estrutura combina diversas áreas nomeadamente: gestão de negócios, gestão de inventário, gestão da organização, transportes, entre outros (Kar, 2013.).

Sendo que a estratégia operacional foca-se no ponto organizacional do armazém e organizacional do produto.

Otimização da gestão de armazém – Quanto mais atual e complexo for o armazém, em relação ao *layout* e à quantidade de produto nele armazenado, a gestão deste deve ser igualmente otimizada de forma a conseguirem controlar eficazmente.

## 2.3 Lean Warehousing

A metodologia *Lean Warehousing* através de técnicas e ferramentas permite garantir o uso eficiente dos recursos do armazém (equipamentos, mão de obra, etc.), para armazenar e transportar os produtos.

Possibilita que os armazéns minimizem os desperdícios associados com os tempos de espera, inventário, movimentos e transporte.

Numa fase inicial é necessário formar as pessoas para que estas saibam identificar o desperdício, numa segunda fase identifica-se e mede-se as principais causas, na terceira fase efetua-se uma análise para eliminar as principais causas e por último na fase final padroniza-se os processos, bem como formar as pessoas com os novos métodos de utilizar os recursos disponíveis.

O *Lean Warehousing* tem por base o pensamento *Lean*, que é uma filosofia que tem por base a eliminação de qualquer tipo de desperdício, bem como na criação de valor para todas as partes interessadas, sendo que a implementação desta metodologia pode ser realizada em diversos ambientes.

O desperdício era considerado para Womack e Jones (2012) como sendo criado apenas por atividades humanas. Mas como já referido anteriormente o estudo foi avançando e passou a ser considerado não só a atividade humana a criadora de desperdício, mas também todas as atividades e recursos usados indevidamente e que estes também contribuem para o aumento de tempo, custos e da insatisfação do cliente (Rentes et al., 2009).

De forma a tornar mais rentável o aproveitamento do espaço e a movimentação dos colaboradores e utilização dos equipamentos, serão então identificadas a seguir algumas técnicas de armazenamento.

### 2.3.1 Técnicas de armazenamento

Para definir a técnica de armazenamento mais apropriada para um produto, são considerados os seguintes elementos (Leon F. McGinnis, 2006):

- Restrições do *layout*;
- Disponibilidade dos equipamentos;
- Capacidade de investimento;
- Número de *SKU's*;

- Número médio de paletes em *stock* por *SKU*;
- Média em todo o envio por *SKU* (paletes / dia ou unidade de tempo);
- Variação das vendas;
- Temperatura dos produtos;
- Grau de automação.

As técnicas escolhidas não devem ser demasiado complexas porque no futuro pode tornar-se difícil manter, visto que existe uma revisão e controlo frequentes de forma a manterem atualizadas as técnicas e assim responder às exigências do mercado de forma eficaz e com qualidade neste sentido, Christopher (1997) afirma que o serviço ao cliente é a principal fonte competitiva para área de distribuição. Sendo o objetivo da logística e da gestão de *stocks*, a projeção de estratégias e métodos de otimização, que permitam a realização de um serviço de alta qualidade e a baixo custo.

O grau de automação dos armazéns é realizado tendo em conta o sistema de armazenamento instalado. Assim sendo, os armazéns podem ser considerados manuais ou automatizados (Livro logístico e gestão de Cadeia de Abastecimento, 2017). Existem várias técnicas de armazenamento, sendo que de seguida são apresentadas as mais comuns de implementar devido às características que apresentam.

**Empilhamento em bloco de paletes** – Trata-se de uma técnica de armazenamento mais simples e que permite empilhar as paletes umas em cima das outras (figura 8), garantindo a segurança e as normas de Higiene e Segurança no Trabalho de empilhamento em altura, que no máximo só é permitido empilhar até 4/5 com um peso máximo 1000Kg. Existindo também entre as filas espaços de forma aos operadores poderem movimentar as paletes (Bartholdi & Hackman 2017).



Figura 8 – Empilhamento em blocos de paletes

#### Vantagens:

- Custos de implementação muito baixos;
- Grande flexibilidade;
- Não é necessário estantaria;

- Fácil de controlar;
- Boa ocupação do espaço.

#### Desvantagens:

- Fraca ventilação dos produtos;
- A altura do armazenamento depende de vários fatores de segurança;
- Tem que retirar a paleta superior para conseguir alcançar a paleta mais inferior (FIFO);
- Baixo armazenamento em densidade.

**Rack convencional / selective racks** – Consiste numa técnica de armazenamento que permite armazenar grande variedade de produtos paletizados. Trata-se de uma estrutura metálica com braços longitudinais que permite suportar as paletes (figura 9).

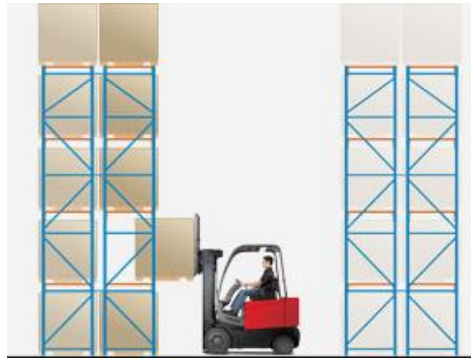


Figura 9 – Rack Convencional / Selective racks

Devido aos suportes do *rack*, cada paleta é acessível de forma independente e, portanto, qualquer *SKU* pode ser recuperado de qualquer local, em qualquer nível do *rack*. Isso oferece total liberdade para recuperar qualquer paleta individual (Bartholdi & Hackman 2017).

#### Vantagens:

- Acesso direto e único a todos os artigos;
- Dependendo do tipo de estrutura metálica pode suportar entre 3 / 4 TON;
- Custo reduzido;
- Permite armazenar uma grande variedade de paletes.

**Drive in/Drive through** – Trata-se de um sistema que é usado para armazenar produtos paletizados com baixa rotação e com uma grande capacidade de paletes por artigos (figura 10). Onde Drive In só existe um acesso ao produto e Drive through existem dois acessos ao produto, um de cada lado da estante.



Figura 10 – Drive In / Drive Through

#### Vantagens:

- Custos reduzidos;
- Permite uma boa otimização do espaço disponível para armazenagem, visto que não existem corredores de passagem entre as estantes. Considerando que a estante corresponde a um corredor onde são colocadas desde o chão até a altura máxima que exista.

#### Desvantagens:

- Questões relacionadas com a Segurança;
- Mesmo tratando-se de tipo de armazenamento amovível, a sua desmontagem e montagem requer tempo e alguns custos.

**Push back racks** – Esta técnica de armazenamento consiste em estruturas com rolos permitindo a colocação de produto que esteja paletizado (figura 11). À medida que vamos colocando as paletes, as que já se encontravam na estante vão sendo empurradas, pode existir até 5 paletes de profundidade, existindo assim o *FIFO*. Isso significa que cada pista (em qualquer nível) é acessível de forma independente (Bartholdi & Hackman 2017).



Figura 11 – Push Back Racks

**Satellite cart racking** – Trata-se de um transporte automático que faz a movimentação para um armazenamento (figura 12) em modo *FIFO* ou *LIFO*.

As paletes são armazenadas nos túneis do *rack* e são movimentadas pelo *Ranger* dentro da estrutura de armazenagem.

Podem ser operados até 6 *rangers*, por um comando remoto RF, ou um número ilimitado através de Wi-Fi com terminal PDA portátil ou montado na cabine do empilhador.



Figura 12 – Satélite Cart Racking

#### Vantagens:

- Evitar empilhadores no interior do *rack* (como no caso de *drive-in*);
- Elimina possíveis danos que podem existir devido a entrada dos empilhadores para arrumar o produto;
- Aumento da rapidez do processo de armazenamento e recolha de cargas.

Foram apresentados alguns tipos de equipamentos que foram projetados para reduzir os custos de mão-de-obra e/ ou aumentar a utilização do espaço.

Para se escolher qual o equipamento de armazenamento mais adequado é necessário ter em conta os seguintes pontos (Bartholdi & Hackman 2017):

1. Tipo de material (se é sobreponível ou não sobreponível);
2. Quantidade a armazenar;
3. Tamanho do lote de produção;
4. Capacidade do armazém (em paletes);
5. Área por capacidade de paletes (ocupação de 100% do armazém).

Para cada material, a utilização do armazenamento precisa ser calculada para todos os diferentes tipos possíveis de armazenamento, a fim de encontrar a solução mais adequada em qualquer caso.

Uma boa escolha nas técnicas de armazenamento irá permitir que exista uma redução nos movimentos e uma boa percentagem de ocupação.

### 2.3.2 Sectoring

A setorização garante que grupos semelhantes de produtos sejam armazenados adequadamente de acordo com padrões que podem ser diferentes de empresa para empresa (Gu, Goetschalckx, & Mcginnis, 2007).

A divisão do armazém deve ser efetuada tendo em conta os seguintes parâmetros:

- A temperatura adequada a tipologia do produto armazenado (por exemplo: temperatura ambiente, refrigerado, congelado, etc.);
- A tipologia do produto alocado (por exemplo: paletes, caixas, *big bags*, etc.);
- A atividade logística (por exemplo: armazenamento em massa, *picking*, etc.);
- As técnicas de armazenamento definidas (*drive in*, *selective racks*, *block station*, etc.);
- A existência de separação física as características do espaço necessário.

Existindo esta divisão por sectores, os mesmos podem ainda ser divididos por zonas de produtos.

### 2.3.3 Zoning (Zoneamento)

O *zoning* é um aspeto importante a ser considerado para minimizar os movimentos e o transporte e ainda melhorar a segurança (Gu, Goetschalckx, & Mcginnis, 2007).

É considerada uma zona, onde se gere produtos com características similares devido a: localização de entrada e saída; volume de produção por movimentos realizados nos períodos definidos; tipo de técnica de armazenamento e tamanho da zona.

As definições das zonas devem ser realizadas tendo em conta 3 passos:

**1º Passo** – Identificar a melhor e a pior região para o transporte eficiente, de materiais de grupos homogêneos.

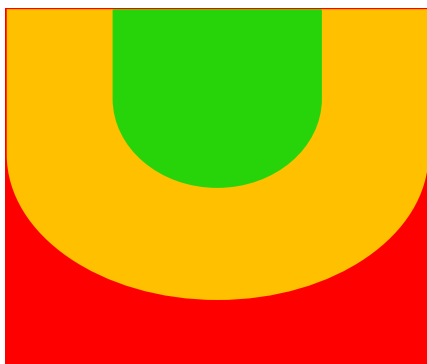


Figura 14 – Configuração padrão com a forma em U



Figura 13 – Configuração padrão com a forma em I

**2º Passo** – Calcular a taxa de transferência por  $m^2$  de cada área.

Deve ser atribuída uma zona do armazém a cada material.

1. Determinar a razão da área por palete armazenada para cada *SKU* e técnica de armazenamento;
2. Identificar a técnica de armazenamento mais adequada para cada *SKU*;
3. Classificar para cada técnica de armazenamento de *SKU*, do maior para o mais pequeno pela área por taxa de palete armazenada;
4. Criar grupos homogêneos de *SKUs* em relação a pontos de entrada e saída e à técnica de armazenamento preferencial;
5. Determinar por cada *SKU* a ocupação da área (área por palete armazenada x quantidade de paletes em estoque);
6. Calcular a taxa de transferência por área grupo de produtos.

**3º Passo** – Ordenar as zonas por taxas de transferência.

**4º Passo** – Seguir a classificação para atribuir a área disponível mais adequada a cada zona, levando assim a um transporte mais eficiente e a otimização do número de movimentos.

O zoning é uma atividade que deve ser realizada regularmente de acordo com as mudanças que possam existir nos negócios (volume, *SKU*, etc.).

### 2.3.4 Configuração da área de picking

A área de *picking* deve ser configurada, de forma a maximizar a produtividade e minimizar a distância percorrida no *picking*, para isto ser possível devem ser considerados os seguintes pontos: o tipo de produto e a técnica de *layout* do *picking*. Segundo (Gu, Goetschalckx, & Mcginnis, 2007), a área de *picking* tem sido um tema bastante pesquisado, visto que é uma prática comum de armazenagem para criar uma frente onde seja realizado “*pick rápido*”, ou seja área de colheita rápida. Isto reduz o custo de separação dos pedidos, mas em contrapartida exige que os materiais adicionais de manuseio sejam armazenados numa área mais afastada e depois sejam repostos nos devidos lugares. Além disso, uma vez que o tamanho da área dianteira geralmente é limitado, é necessário determinar quais *SKUs* devem ser armazenadas na área à frente e em que quantidade.

## 2.4 Exemplos de trabalhos de implementação

Durante a pesquisa, foram encontrados vários estudos que iam de encontro com os objetivos e temas abordados durante a dissertação.

Atualmente existem inúmeros estudos direcionados para a análise e otimização dos armazéns.

Em 2009 Baker & Canessa, realizaram um estudo sobre o *design* de armazéns, validando os resultados que obtiveram com empresas especializadas na área. No fim do estudo obtiveram como resultado uma serie de passos e ferramentas que podem ser utilizados para elaboração do desenho de *layouts* de maneira a obter a otimização do espaço do armazém.

Existem outros estudos relacionados com a otimização de armazéns. Roodbergen & Vis (2006) realizaram um estudo cujo objetivo principal estava relacionado com as atividades de *order picking*. Desse estudo foi possível calcular o número ótimo de corredores numa área de *order picking*, na qual os operadores deviam caminhar ou conduzir através de espaços retangulares.

Em 2007 Gu, Goetschalckx, & McGinnis, efetuaram um estudo baseado em problemas de planeamento na operação de um armazém. Cujo objetivo principal seria recolher e apresentar vários modelos de apoio e algoritmos de solução que envolvessem as funções básicas dos armazéns.

A maior parte dos estudos encontrados, assim como os apresentados de forma resumida tem como objetivo principal a otimização dos armazéns, focando-se no desenho de *layouts*, arrumação de produtos por famílias de forma a facilitar a separação dos produtos e por sua vez reduzir o tempo e a distância de deslocação dos trabalhadores, e a existência de um sistema de gestão do armazém.

# DESENVOLVIMENTO

## 3.1 Descrição do problema

## 3.2 Desenvolvimento do projeto por fases

- 3.2.1 Fase 1 – Identificação das estruturas existentes e as suas capacidades
- 3.2.2 Fase 2 – Extração e tratamento dos movimentos de *stocks*
- 3.2.3 Fase 3 – Análise e identificação do tipo de estrutura mais adequada para cada artigo
  - 3.2.4 Fase 4 – Realização da análise ABC para todos os artigos
  - 3.2.5 Fase 5 – Zoning
  - 3.2.6 Fase 6 – Definição das sequências de arrumação

## 3.3 Análise e conclusões da implementação da metodologia



## 3 DESENVOLVIMENTO

### 3.1 Descrição do problema

Os anos de existência do armazém e o estado que apresentam as infraestruturas e os equipamentos de suporte para o armazenamento de produto, levaram à necessidade de se realizar uma reformulação ao Centro. Esta reformulação inclui a construção de uma nova nave de armazenamento, atualização dos equipamentos utilizados e a intervenção em estruturas existentes. Esta intervenção poderia passar apenas pela manutenção das estruturas ou troca total das mesmas, a decisão era tomada a partir da avaliação dos danos nas estruturas.

Numa primeira fase criou-se uma equipa para desenvolver o projeto de análise e pela qual seria definida a melhor organização do armazém, estruturas e equipamentos de apoio e indicar quais seriam os ganhos obtidos, quando aplicadas as estratégias sugeridas pela mesma.

A reformulação do centro tinha de incluir a manutenção e troca de infraestruturas já existentes, que apresentassem danos avaliados como de alto risco para a queda de produto, criação de uma nova nave, montagem de novas estruturas e aquisição de novos equipamentos de trabalho, de forma a aumentar a produtividade.

Devido à construção de uma nova nave e aquisição de mais estruturas, levou à necessidade de serem definidas novas estratégias de arrumação tendo em conta os tipos de arrumação que existiam, as zonas de entradas e saídas do Centro e a rotatividade do produto. Para as novas estratégias serem definidas foi seguida a metodologia de *Lean Warehousing*.

Tendo em conta a realidade da empresa existiu a necessidade de se manter uma parte significativa do *layout* antigo do Centro de Distribuição, sendo a divisão dos setores por famílias de produtos o principal dado a manter (figura 15).

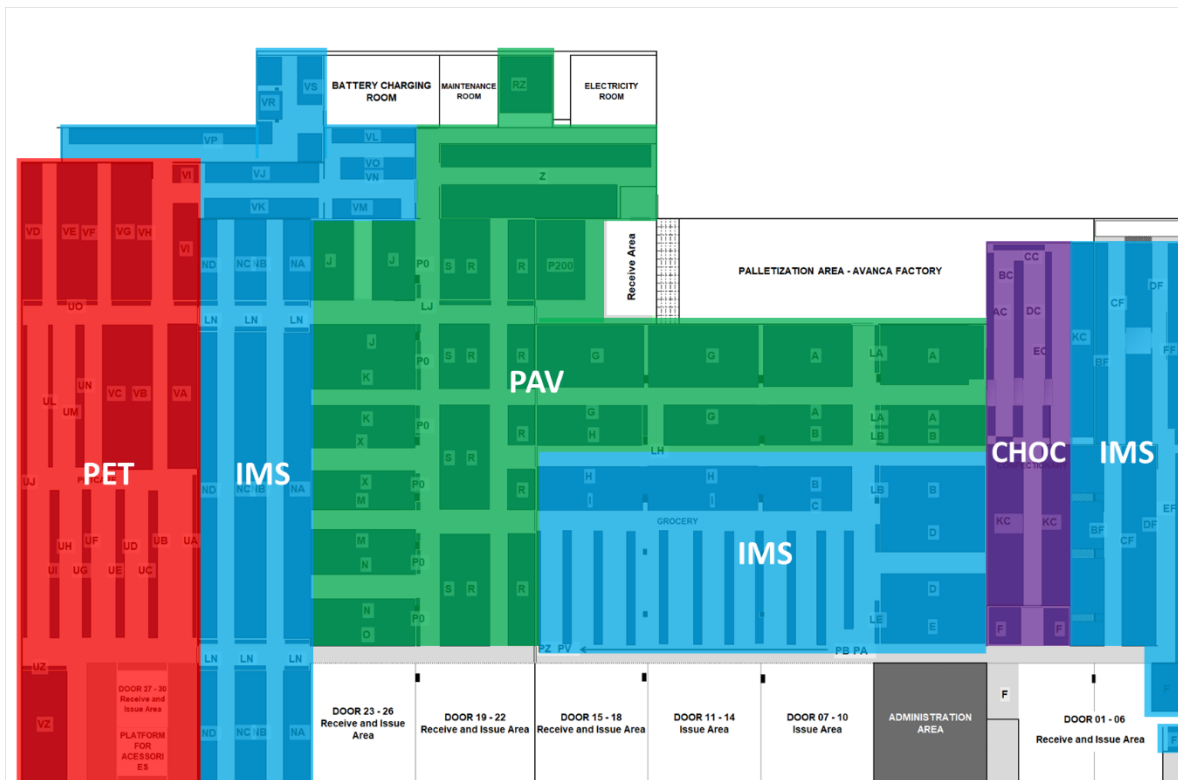


Figura 15 – Layout antigo com identificação das famílias de produtos

A zona identificada a vermelho está reservada para os artigos de PET, com 10340 lugares, com as seguintes estruturas disponíveis: *Drive In*, *Single Rack* e *Mezzanine*. A *Mezzanine* será usada para armazenagem de artigos de PET relacionados com publicidade e artigos pequenos e mais frágeis.

A zona identificada a azul está reservada para o produto proveniente de IMS, com 17212 lugares com as seguintes estruturas disponíveis: *Single Rack* e *Drive In*.

A zona identificada a verde destina-se ao produto proveniente de PAV, com 16091 lugares, com as seguintes estruturas disponíveis: *Single Rack*, *Drive In* e *Ranger*.

A zona identificada a roxo está reservada para os produtos considerados Chocolate, conta ter 3000 lugares disponíveis, com apenas estruturas *Single Rack*.

Este projeto tem como benefícios esperados: ter um *layout* do armazém mais organizado e mais seguro; Aumento da densidade de armazenamento do Centro para o nível dos 90%, conseguindo assim aumentar a otimização do armazém; Redução do número de paletes enviadas para OVF (*Overflow*), de forma a reduzir os custos mensais de armazenagem em armazéns externos; Redução de 50% dos movimentos internos para a otimização de estruturas e nova estratégia para arrumação de produtos de acordo com a sua rotação ABC, entradas e saídas do Centro.

No fluxograma apresentado abaixo é identificado de uma forma simples as fases constituintes do projeto (figura 16). Na fase 1 foram identificadas todas as estruturas e as suas capacidades. Na fase 2 foi extraída toda a informação relacionada com os

movimentos de *stock* no intervalo de tempo de um ano. Na fase 3 foi realizada a análise e os cálculos necessários para a identificação das estruturas mais adequadas e rentáveis para cada artigo. Na fase 4 realização da análise ABC para todos os artigos. Na fase 5 foi realizado o *zoning*, tendo em conta a identificação realizada na fase 3, das estruturas mais adequadas e rentáveis para cada artigo. Por fim na fase 6 foram definidas as sequências de arrumação para os artigos tendo em conta a sua rotação e a sua família de produto e inseridas no sistema de gestão SAP.

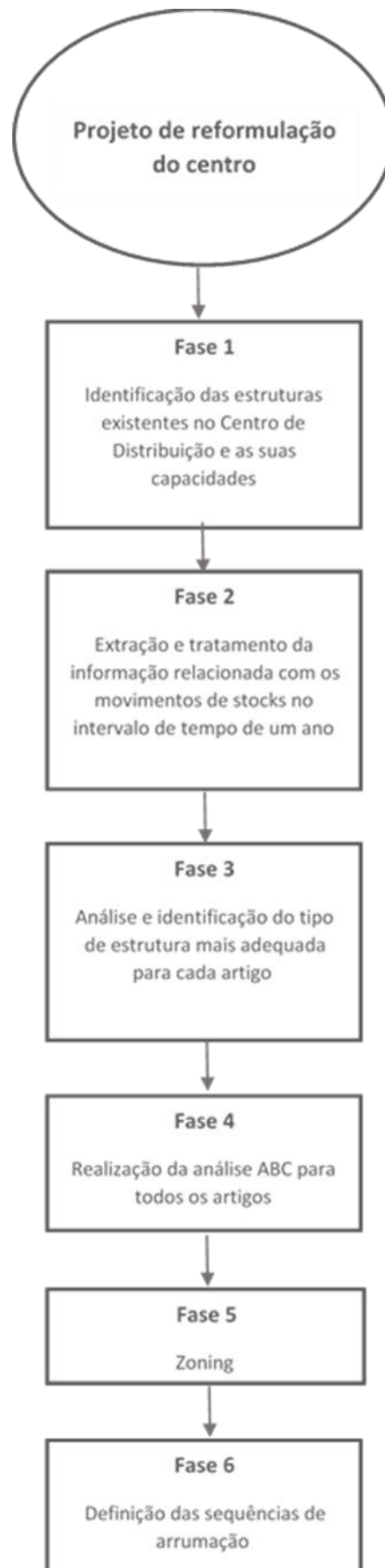


Figura 16 – Fluxograma das fases constituintes do projeto

Os produtos no CD encontram-se divididos em quatro grandes famílias: Alimentação animal (PET), Produtos provenientes do final de linha (PAV), Chocolates (CHOC) e Produtos provenientes de outros mercados (IMS).

De forma a preservar o sigilo, mas mantendo o detalhe da descrição do trabalho realizado, foram escolhidos 4 artigos, um de cada tipo de produto, para servirem de exemplo nos cálculos efetuados ao longo da descrição do desenvolvimento prático.

Identificação dos artigos:

- “Artigo X” – Artigo pertencente ao grupo dos produtos provenientes de IMS;
- “Artigo Y” - Artigo pertencente ao grupo dos produtos provenientes de PAV;
- “Artigo Z” - Artigo pertencente ao grupo dos produtos provenientes de CHOC;
- “Artigo W” - Artigo pertencente ao grupo dos produtos provenientes de PET;

## 3.2 Desenvolvimento do projeto por fases

### 3.2.1 Fase 1 – Identificação das estruturas existentes e as suas capacidades

Numa primeira fase na implementação desta metodologia, foi realizada a identificação dos tipos de estruturas existentes no Centro e quais suas capacidades.

Existem quatro tipos de estruturas diferentes *Satélite Cart Racking* (figura 17) sistema de transporte automático de armazenamento de paletes, *Drive in* (figura 18) sistema que permite armazenar produtos com baixa rotação e grandes quantidades e *Single Rack* (figura 19) sistema que permite armazenar uma grande variedade de produtos.

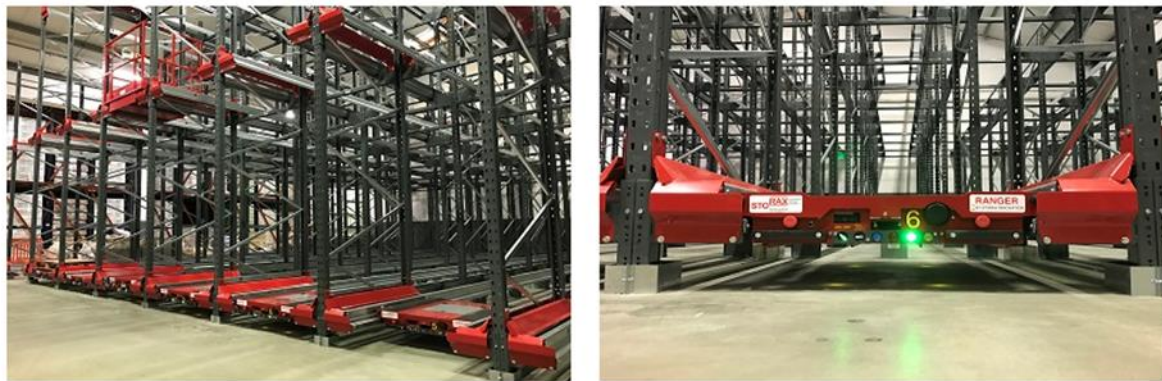


Figura 17 – Satélite Cart Racking – “Ranger”



Figura 18 – Drive In



Figura 19 – Single Rack

Algumas das estruturas anteriormente identificadas permitem que seja realizada a sobreponibilidade, que consiste na capacidade de um artigo ser capaz de ser armazenado com outra palete colocada por cima.

A capacidade é indicada pelo número de lugares existentes em cada tipo de estrutura.

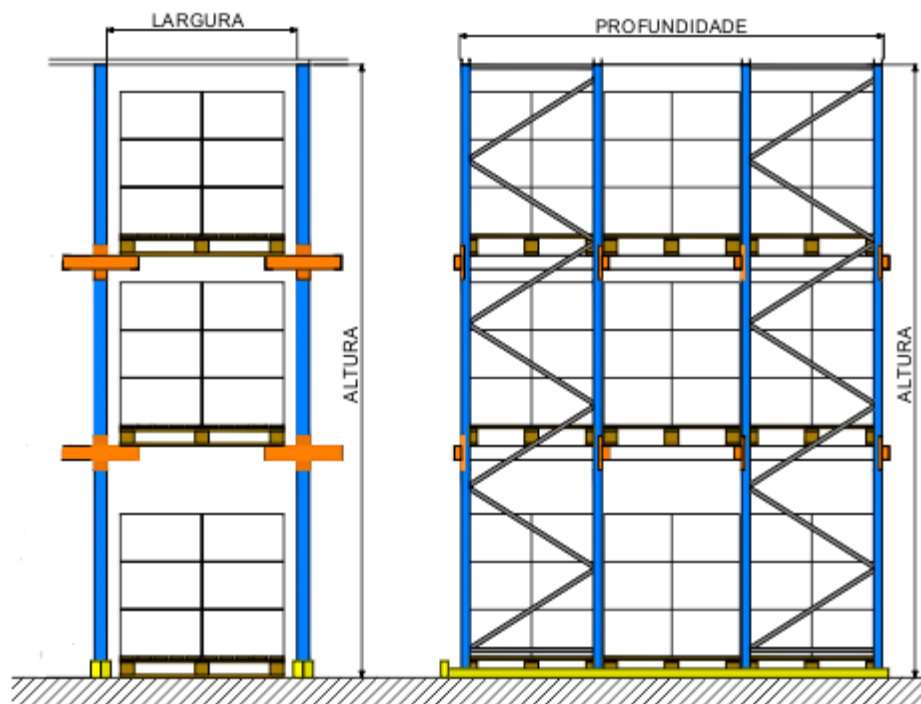


Figura 20 – Visão frontal e visão lateral de uma estrutura Drive In

Por exemplo, para o caso de um “*Drive In* de 18” tem uma capacidade de 18 lugares e uma profundidade de 3 lugares (figura 20).

Na tabela abaixo são apresentadas as diferentes estruturas e identificadas as capacidades e profundidades das mesmas.

<b>Tipo de estrutura</b>	<b>Capacidade</b>	<b>Profundidade</b>
Satélite cart racking - "Ranger" 132	132	66
Satélite cart racking - "Ranger" 66	66	66
Satélite cart racking - "Ranger" 32	32	18
Satélite cart racking - "Ranger" 18	18	18
Satélite cart racking - "Ranger" 24	24	4
Drive in 18	18	3
Drive in 16	16	4
Singe Rack	1	-

Tabela 1 - Identificação das estruturas, capacidades e profundidade

Existiu a necessidade de se identificar por cada tipo de artigo quais as estruturas que estavam disponíveis para serem utilizadas, conforme identificado na *Tabela 2*.

<b>Tipo de artigo</b>	<b>Tipos de estruturas disponíveis</b>
<b>IMS</b>	R132
	R66
	R32
	R18
	DI24
	DI18
	DI16
	SR
	R132
	R66
	R36
	R18
	DI51
	DI40
DI28	
DI24	

	DI16
	SR
<b>CHOC</b>	SR
	DI24
<b>PET</b>	DI18
	SR

Tabela 2 - Tipo de estruturas disponíveis por tipo de artigo

Para os géneros de artigos existem diferentes tipos de estruturas disponíveis, a maior diferença é para os artigos de CHOC e PET que os tipos de estruturas disponíveis armazenam menores quantidades de produto e as paletes são armazenadas sem serem sobreponíveis (capacidade de um artigo ser capaz de ser armazenado com outra paleta colocada por cima), visto que se tratam de produtos mais frágeis e instáveis.

Como foi verificado na tabela 2, nem para todos os tipos de produtos as estruturas existentes são adequadas por isso só serão utilizadas as que permitem obter uma maior capacidade, que existam nas zonas que serão reaproveitadas e que garantam a qualidade do produto.

Para a família dos chocolates, devido à fragilidade dos artigos e quantidade de paletes a serem armazenadas, só é utilizada a estrutura do tipo “*Single Rack*”.

### 3.2.2 Fase 2 – Extração e tratamento dos movimentos de *stocks*

Para o estudo, foi definido utilizar dados com o intervalo de um ano, de cada um dos artigos em armazém.

De forma a reduzir a quantidade de informação disponível e obter os resultados realmente pretendidos, foi selecionada a informação mais adequada para a realização do estudo: Artigo (SKU); Descrição; *stock* máximo; Número de PDMS (número de diferentes datas de produção); Sobreponibilidade – Consiste na capacidade de um artigo ser capaz de ser armazenado com outra paleta colocada por cima. Como se trata de armazenamento será se é possível sobrepor paletes ou não, sem danificar o produto; Altura da paleta; Peso da paleta.

Foram definidas as seguintes designações para cada variável selecionada como necessária para a realização dos cálculos, de forma a facilitar a explicação da formulação na fase 3: **SKU** - Artigo; **Smax** - *stock* máx; **PDM** - Número de PDMS; **CapE** - Capacidade da estrutura; **ProE** - Profundidade da estrutura; **Lpal** - Largura da paleta; **LC** - Largura do corredor; **Cpal** - Comprimento disponível por paleta.

### 3.2.3 Fase 3 – Análise e identificação do tipo de estrutura mais adequada para cada artigo

Identificados os tipos de estruturas existentes, foi necessário avançar com a análise e identificação de qual o tipo de estrutura que seria mais adequada para cada artigo. Para facilitar a análise foi criado um ficheiro onde fosse possível conseguir obter e agrupar a informação selecionada e a posterior determinação da estrutura indicada para cada artigo.

A informação selecionada como sendo a necessária para o estudo foi a seguinte:

1. Informação sobre os movimentos de *stocks*;
2. Número de filas necessárias para o produto;
3. Área por capacidade palete (área que cada tipo de estrutura disponibiliza por nível);
4. % de utilização da estrutura de armazenamento;
5. Área por palete armazenada;
6. Identificação automática para cada artigo, de qual a estrutura que permitisse obter uma melhor otimização do espaço.

No fluxograma que se segue é demonstrada a metodologia de cálculo que foi seguida pela equipa de trabalho (figura 21), para conseguir chegar a identificação do tipo de estrutura mais adequada para cada artigo e avançar para as próximas fases como por exemplo a análise ABC, até chegar a tomada de decisão.

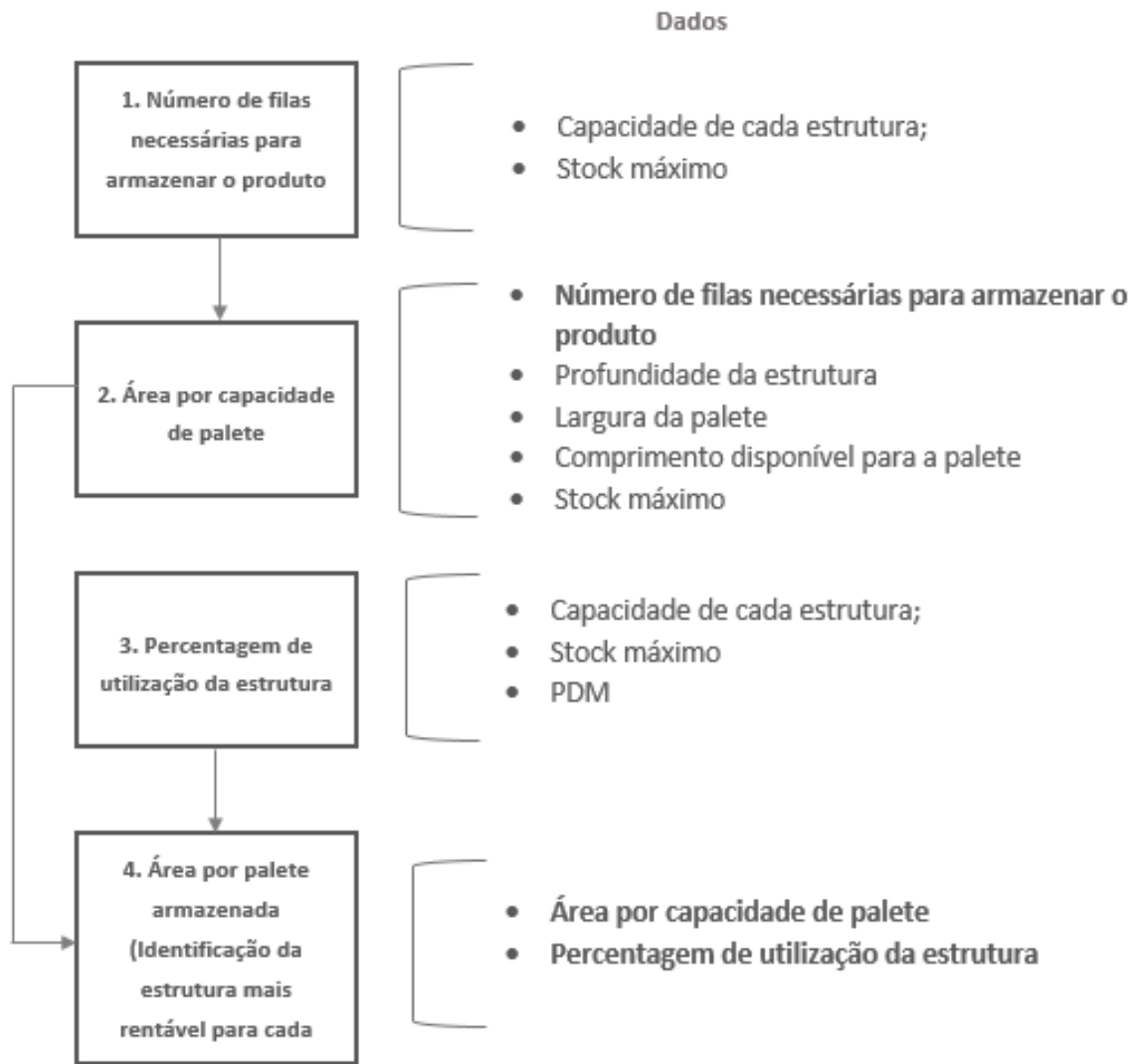


Figura 21 – Fluxograma metodologia de cálculo

O ficheiro foi dividido por famílias de produtos de forma a facilitar a introdução das fórmulas e a posterior análise dos resultados obtidos.

Para todos os produtos foram calculados os pontos identificados anteriormente.

### **1. Número de filas necessárias para o produto**

A Nestlé considera filas numa estrutura, um conjunto de lugares em profundidade.

Por exemplo uma fila numa estrutura Single Rack tem apenas um lugar de palete em profundidade. Mas no caso de um Drive In, a fila poderá ter 4 lugares de palete em profundidade (figura 22).

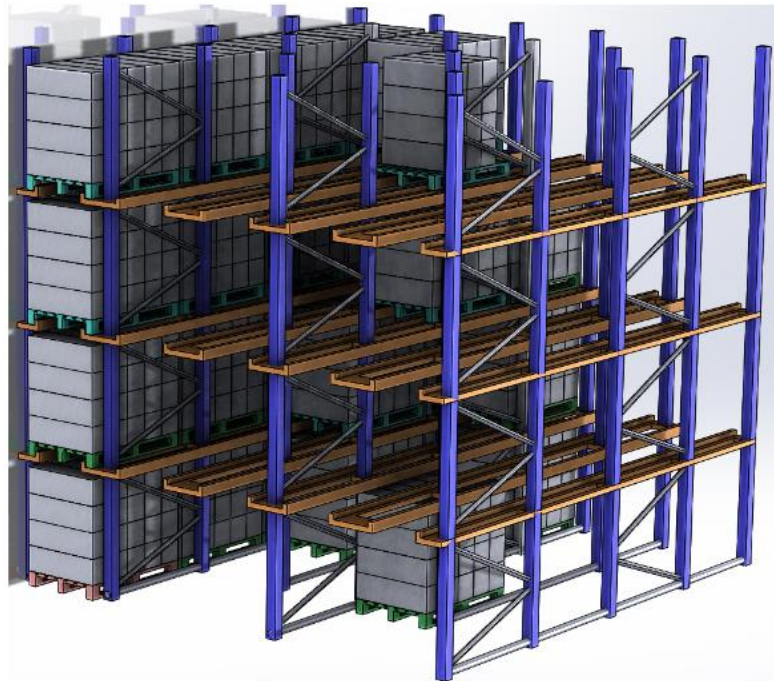


Figura 22 – Filas em Drive In

Este cálculo consiste na divisão do *stock* máximo ( $SM_{\text{máx}}$ ) do produto pela capacidade de cada estrutura ( $CapE$ ) que existe no armazém. Obtendo assim para cada tipo de produto o número de filas necessárias em cada tipo de estrutura.

Tendo em conta as designações definidas na Fase 2, a fórmula de cálculo seria:

$$\text{Número de filas necessárias para o produto} = SM_{\text{máx}} / CapE$$

$SM_{\text{máx}}$  - Stock máximo;  $CapE$  - Capacidade da estrutura

Considerando como exemplo o *stock* máximo do artigo X de IMS (270,3 *pal*) e a capacidade do “Drive In” (16 *lugares*), a fórmula de cálculo é:

$$SM_{\text{máx}} / CapE = 270,3 \text{ (pal)} / 16 \text{ (lugares)} = 16,89 \text{ filas consideramos 17 filas}$$

Ou seja, seriam necessárias 17 filas para arrumar o artigo X de IMS para um “Drive In” com capacidade de 16 lugares.

Para os seguintes artigos, dentro de cada tipo de produto e tendo em conta os 8 tipo de estruturas existentes, foram obtidos o número de filas necessárias apresentados na tabela abaixo, como exemplos:

Artigo X – IMS								
Tipo de estrutura	R132	R66	R32	R18	DI24	DI18	DI16	SR
Número de filas necessárias para o produto	3	5	9	16	12	16	17	271

Tabela 3 - Valores obtidos para o produto X - IMS, em número de filas necessárias

Artigo Y – PAV										
Tipo de estrutura	R132	R66	R36	R18	DI51	DI40	DI28	DI24	DI16	SR
Número de filas necessárias para o produto	6	11	20	40	15	18	26	30	45	720

Tabela 4 - Valores obtidos para o produto Y - PAV, em número de filas necessárias

Artigo Z – CHOC	
Tipo de estrutura	SR
Número de filas necessárias para o produto	95

Tabela 5 - Valores obtidos para o produto Z - CHOC, em número de filas necessárias

Artigo W – PET			
Tipo de estrutura	DI24	DI18	SR
Número de filas necessárias para o produto	7	9	151

Tabela 6 - Valores obtidos para o produto W - PET, em número de filas necessárias

Mesmo existindo para cada tipo de produto algumas estruturas diferentes, podemos verificar para os quatro artigos selecionados como exemplos, que para os “Single Rack” é necessária uma grande quantidade de filas, mas que no caso se trata de lugares individuais, o que para produtos com elevado *stock* não será a melhor opção de escolha, visto que devem ser armazenados na sua maior parte em conjunto. Enquanto para os produtos identificados da família dos Chocolates serão necessários 95 lugares

individuais, que neste caso como as estruturas que existem para arrumação tipo de produto são *Single Rack*.

Depois de se ter efetuado o cálculo do número de filas é necessário calcular a área por capacidade palete para avançar até a tomada da decisão.

## 2. Área por capacidade palete

A área por capacidade palete é a área que o produto irá ocupar na estrutura. É essencial ter em conta as dimensões das filas (figura 23), largura e comprimento disponível nas estruturas para armazenamento de uma palete e dimensões da palete (figura 24).

Existem três tipos de estruturas diferentes Drive In, Single Rack e Ranger, para cada uma destas estruturas a área é calculada de forma diferente devido as suas diferenças.

No caso de se tratar de um **Drive In** (sistema que permite o armazenamento de produtos com baixa rotação), o cálculo da área por capacidade palete é a multiplicação da profundidade da estrutura vezes Largura da palete (0,8 m) vezes o comprimento disponível por palete 1,5 m vezes o número de filas necessárias para arrumar o produto, sendo tudo dividido pelo *stock* máximo.

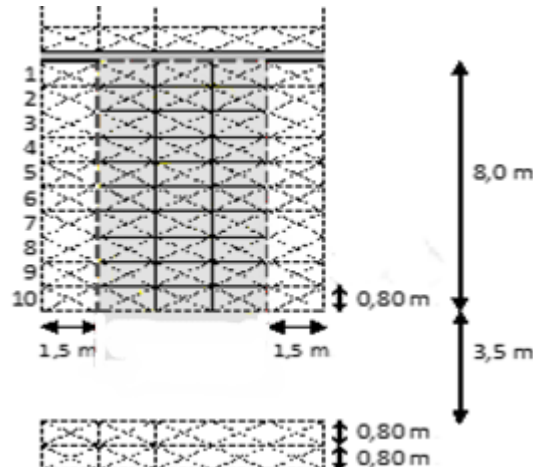


Figura 23 - Esquema com medidas Drive in (vista superior)

**Área por capacidade palete = ((ProE x largura da palete) x (comprimento disponível por palete x nº filas necessárias para arrumar o produto)) / SMáx**

ProE - Profundidade da estrutura; SMáx - Stock máximo

São considerados valores padrão: Largura da palete (0,8 m); Comprimento disponível por palete (1,5 m).

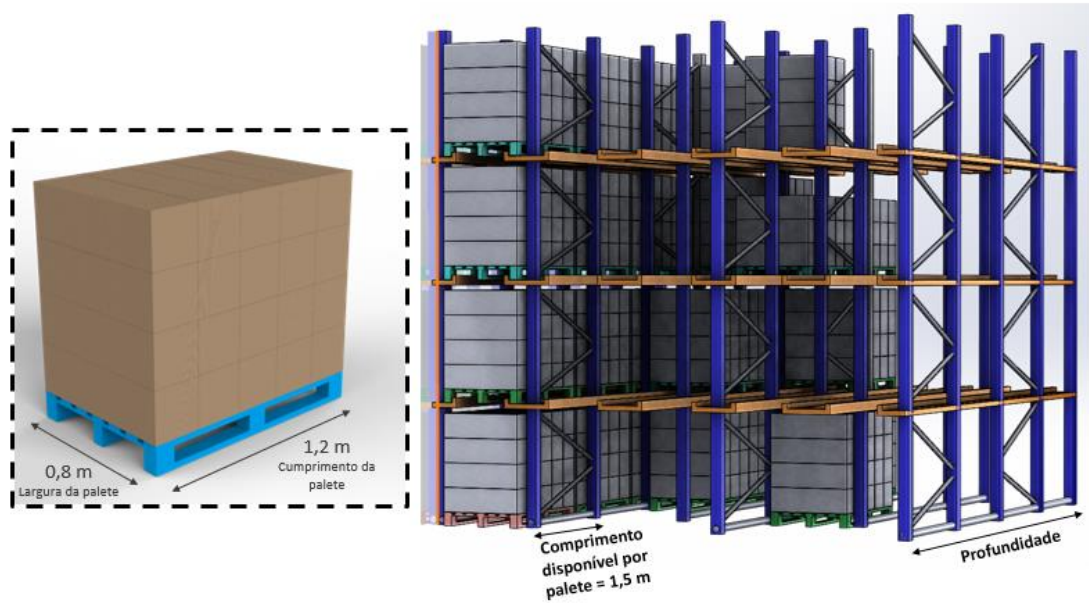


Figura 24 - Identificação de incógnitas para o cálculo área por capacidade pallet

Considerando como exemplo artigo X de IMS com um *stock* máximo 270,3 paletes e a estrutura “Drive In” com capacidade 16 lugares, o cálculo é:

***(ProE x largura da pallet) x (comprimento disponível por pallet x nº filas necessárias para arrumar o produto)***

***SMáx***

=

***((3 lugares x 0,8 m) x (1,5 m x 17 filas))***

***270,3 pal***

=

***0,30 m<sup>2</sup>***

***Single Rack*** tem em conta os mesmos pontos que no calculo da área do Drive in, mas com as dimensões deste tipo de estrutura diferentes (*Figura 25*).

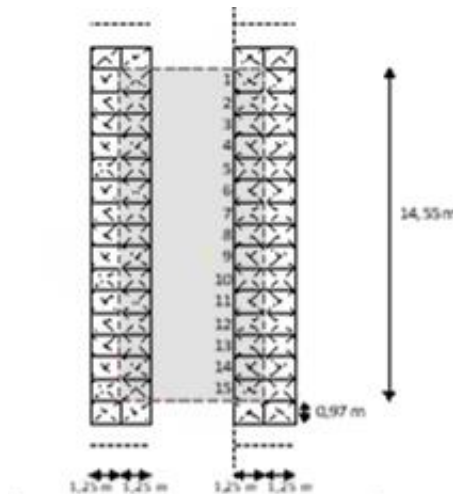


Figura 25 - Esquema com medidas Single Rack (vista superior)

No caso do **Single Rack** o cálculo área é igual ao comprimento disponível (1,25 m) vezes o número de filas necessárias, a dividir pela profundidade da estrutura, vezes a largura da estrutura 0,97 m, tudo a dividir pelo *stock* máximo.

**Área por capacidade palete = (Cumprimento disponível x ((nº de filas necessárias / ProE) x largura da estrutura)) / SMáx**

ProE - Profundidade da estrutura; SMáx - Stock máximo

Sendo considerados os valores padrão: Cumprimento disponível na estrutura (1,25 m) e a largura da estrutura (0,97 m).

Utilizando o mesmo artigo X de IMS como exemplo, sendo que neste exemplo é para o cálculo da área para a estrutura Single Rack, o cálculo é:

$$\frac{\text{Cumprimento disponível} \times ((\text{n}^\circ \text{ de filas necessárias} / \text{ProE}) \times \text{largura da estrutura})}{\text{SMáx}}$$

$$=$$

$$\frac{1,25 \text{ m} \times ((271 \text{ filas} / 1 \text{ lugar}) \times 0,97 \text{ m})}{270,3 \text{ pal}}$$

$$=$$

$$0,17 \text{ m}^2$$

Para um **Ranger de tipologia 1+1+1+1** (figura 26), que no caso em estudo são os “Ranger” R66 e R18.

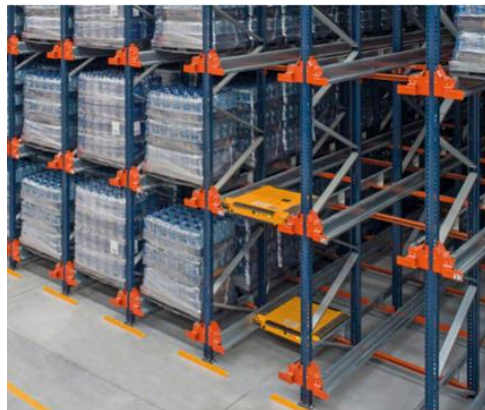


Figura 26 - Ranger tipologia 1+1+1+1

O cálculo é semelhante ao do Drive in, mas com a variante de o número de filas necessárias ser dividido por 4, que é o número de níveis disponíveis na estrutura. Sendo a fórmula a seguinte:

$$\text{Área por capacidade palete} = ((\text{ProE} \times \text{largura da paleta}) \times (\text{comprimento disponível por paleta} \times (\text{n}^\circ \text{ filas necessárias para arrumar o produto} / 4))) / \text{SMáx}$$

**ProE** - Profundidade da estrutura; **SMáx** - Stock máximo

São considerados valores padrão: Largura da paleta (0,8 m); Comprimento disponível por paleta (1,5 m).

Utilizando o artigo X de IMS como exemplo e o “Ranger” com capacidade de 66 lugares, o cálculo é:

$$\frac{(\text{ProE} \times \text{largura da paleta}) \times (\text{comprimento disponível por paleta} \times (\text{n}^\circ \text{ filas necessárias para arrumar o produto} / 4))}{\text{SMáx}}$$

=

$$\frac{(66 \text{ lugares} \times 0,8 \text{ m}) + (1,5 \text{ m} \times (11 \text{ filas} / 4))}{270,3 \text{ pal}}$$

=

$$0,37 \text{ m}^2$$

Para um **Ranger de tipologia 2+2** (figura 27).



Figura 27 - Ranger tipologia 2+2

O cálculo é semelhante ao anterior, mas com a variante de o número de filas necessárias ser dividido por 2, que o número de níveis disponíveis na estrutura. Sendo a fórmula a seguinte:

**Área por capacidade palete = ((ProE x largura da paleta) x (comprimento disponível por paleta x (nº filas necessárias para arrumar o produto / 2))) / SMáx**

**ProE** - Profundidade da estrutura; **SMáx** - Stock máximo

São considerados valores padrão: Largura da paleta (0,8 m); Comprimento disponível por paleta (1,5 m).

Utilizando o artigo X de IMS como exemplo e o “Ranger” com capacidade de 132 lugares, o cálculo é:

***(ProE x largura da paleta) x (comprimento disponível por paleta x (nº filas necessárias para arrumar o produto / 2))***

***SMáx***

***=***

***(66 pal x 0,8 m) x (1,5 m x (3 filas / 2))***

***270,3 pal***

***=***

***0,44 m<sup>2</sup>***

A diferença entre um ranger de tipologia 1+1+1+1 e um ranger de tipologia 2+2 é a sobreponibilidade das paletes ao serem armazenadas. No ranger de tipologia 1+1+1+1

as paletes não são sobreponíveis, enquanto no ranger de tipologia 2+2 as paletes são armazenadas em duplas, isto é, são armazenadas uma paleta em cima da outra.

Assim sendo nas tabelas apresentadas abaixo, pode ser verificado a área por capacidade paleta para cada um dos artigos apresentados como exemplos, depois de utilizadas as formulações adequadas para cada tipo de estrutura.

Artigo X – IMS								
Tipo de estrutura	R132	R66	R32	R18	DI24	DI18	DI16	SR
Área por capacidade paleta	0,44	0,37	0,36	0,32	0,21	0,21	0,30	0,17

Tabela 7 - Valores obtidos para o produto X - IMS, m2 por capacidade paleta

Artigo Y – PAV										
Tipo de estrutura	R132	R66	R36	R18	DI51	DI40	DI28	DI24	DI16	SR
Área por capacidade paleta	0,33	0,30	0,30	0,30	0,28	0,30	0,30	0,20	0,30	0,17

Tabela 8 - Valores obtidos para o produto Y - PAV, m2 por capacidade paleta

Artigo Z – CHOC	
Tipo de estrutura	SR
Área por capacidade paleta	0,17

Tabela 9 - Valores obtidos para o produto Z - CHOC, m2 por capacidade paleta

Artigo W – PET			
Tipo de estrutura	DI24	DI18	SR
Área por capacidade paleta	0,22	0,21	0,17

Tabela 10 - Valores obtidos para o produto W - PET, m2 por capacidade paleta

Depois de ter sido calculado para todos os artigos a área por capacidade palete para cada tipo de estrutura, tem de se passar ao próximo cálculo, a percentagem de utilização do armazém.

### 3. Percentagem de utilização da estrutura

Para os Rangers com capacidade 132 e 66 a percentagem de utilização é calculada através da divisão do *stock* máximo pela soma do *stock* máximo com a capacidade do tipo de estrutura a dividir por 2, que é o número de níveis. Como é possível misturar produto o cálculo para este tipo de estrutura é diferente. É possível no primeiro nível podemos armazenar o artigo A e no segundo nível armazenar o artigo B.

$$\text{Percentagem de utilização da estrutura} = \frac{SM_{\text{máx}}}{(SM_{\text{máx}} + (CapE/2))}$$

*SM<sub>máx</sub>* - Stock máximo; *CapE* - Capacidade da estrutura

Por exemplo para o Ranger – R132 para o artigo X de IMS, a percentagem de utilização da estrutura é calculada da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \frac{SM_{\text{máx}}}{SM_{\text{máx}} + (CapE/2)} \\ & = \\ & \frac{270,3 \text{ pal}}{270,3 \text{ pal} + (132 \text{ pal}/2)} \\ & = \\ & 0,804 \times 100 = 80,4\% \end{aligned}$$

Para as restantes estruturas a percentagem de utilização é igual à divisão do *stock* máximo pelo número de PDM, a dividir pela soma do *stock* máximo a dividir pelo número de PDM mais a capacidade da estrutura a dividir por 2.

$$\text{Percentagem de utilização da estrutura} = \frac{(SM_{\text{máx}} / PDM)}{((SM_{\text{máx}}/PDM) + (CapE/2))}$$

*SM<sub>máx</sub>* - Stock máximo, *CapE* - Capacidade da estrutura, *PDM* - número de diferentes datas de produção.

Por exemplo para o Drive In – DI24 para o artigo X de IMS, a percentagem de utilização da estrutura é calculada da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \frac{(SM_{\text{máx}} / PDM)}{((SM_{\text{máx}}/PDM) + (CapE/2))} \\ & = \\ & \frac{(270,3 \text{ pal} / 1,9 \text{ PDM})}{((270,3 \text{ pal} / 1,9 \text{ PDM}) + (132 \text{ pal}/2))} \end{aligned}$$

$$((270,3 \text{ pal} / 1,9 \text{ PDM}) + (24 \text{ pal} / 2))$$

$$=$$

$$0,922 \times 100\% = 92,2\%$$

Assim sendo nas tabelas apresentadas abaixo, pode ser verificada a percentagem de utilização por tipo de estrutura para cada um dos artigos apresentados como exemplos.

Artigo X – IMS								
Tipo de estrutura	R132	R66	R32	R18	DI24	DI18	DI16	SR
Percentagem de utilização em cada tipo de estrutura	80,4%	89,1%	89,9%	94,1%	92,2%	94,1%	94,7%	99,6%

Tabela 11 - Valores obtidos para o produto X - IMS, % de utilização em cada tipo de estrutura

Artigo Y – PAV										
Tipo de estrutura	R132	R66	R36	R18	DI51	DI40	DI28	DI24	DI16	SR
Percentagem de utilização em cada tipo de estrutura	91,6%	95,6%	97,6%	98,8%	96,6%	97,3%	98,1%	98,4%	98,9%	99,9%

Tabela 12 - Valores obtidos para o produto Y - PAV, % de utilização em cada tipo de estrutura

Artigo Z – CHOC	
Tipo de estrutura	SR
Percentagem de utilização em cada tipo de estrutura	99,2%

Tabela 13 - Valores obtidos para o produto Z - CHOC, % de utilização em cada tipo de estrutura

Artigo W – PET			
Tipo de estrutura	DI24	DI18	SR
Percentagem de utilização em cada tipo de estrutura	86,3%	89,3%	99,3%

Tabela 14 - Valores obtidos para o produto W - PET, % de utilização em cada tipo de estrutura

Como podemos verificar, para todos os artigos, a maior percentagem obtida é quando se trata dos Single Rack, visto que se trata de lugares individuais.

Depois de serem obtidas as percentagens de utilização em cada tipo de estrutura, avançamos para o cálculo da área por palete armazenada.

#### 4. Área por palete armazenada

A área por palete armazenada é obtida através da divisão da área por capacidade de palete pela percentagem de utilização da estrutura.

$$\text{Área por palete armazenada} = \frac{\text{Área por capacidade de palete}}{\text{Percentagem de utilização da estrutura}}$$

Por exemplo para os artigos apresentados abaixo como exemplos, foram obtidos os seguintes valores.

Artigo X – IMS								
Tipo de estrutura	R132	R66	R32	R18	DI24	DI18	DI16	SR
Área por palete armazenada	0,55	0,41	0,40	0,34	0,23	0,23	0,32	0,17

Tabela 15 - Valores obtidos para o produto X - IMS, m2 por palete armazenada

Artigo Y – PAV										
Tipo de estrutura	R132	R66	R36	R18	DI51	DI40	DI28	DI24	DI16	SR
Área por palete armazenada	0,36	0,32	0,31	0,30	0,29	0,31	0,31	0,20	0,30	0,17

Tabela 16 - Valores obtidos para o produto Y - PAV, m2 por palete armazenada

Artigo Z – CHOC	
Tipo de estrutura	SR
Área por palete armazenada	0,18

Tabela 17 - Valores obtidos para o produto Z - CHOC, m2 por palete armazenada

Artigo W – PET			
Tipo de estrutura	DI24	DI18	SR
Área por palete armazenada	0,26	0,24	0,17

Tabela 18 - Valores obtidos para o produto W - PET, m2 por palete armazenada

No final de se efetuarem os cálculos, obtivemos quais as 5 estruturas mais rentáveis por artigo, onde colocar produto. Tendo em conta o valor obtido para a área por palete armazenada em cada estrutura, é considerado como ótimo o valor mais baixo. Traduzindo uma menor necessidade de ocupação de armazenamento. A estrutura Single Rack é a que apresenta menor área mas tendo em conta os *stocks* dos artigos, as suas rotações e a quantidade de estruturas Single Rack existentes no armazém, foi assumido para as famílias de IMS, PAV e PET a alocação dos produtos em outras estruturas antes de serem alocadas em Single Racks.

Por exemplo para o artigo W de PET, o Single Rack é a estrutura que apresenta menor área, mas tendo em conta a sua família a estrutura que será considerada como mais rentável será em primeiro lugar o Drive In com capacidade de 18 lugares, de seguida a estrutura Drive In com capacidade de 24 lugares e por fim o Single Rack.

Conclui-se que as estruturas obtidas como sendo as mais rentáveis, para os produtos que serviram de exemplo, apresentam uma área por palete armazenada inferior as áreas das restantes estruturas.

#### 3.2.4 Fase 4 – Realização da análise ABC para todos os artigos

Com as estruturas mais adequadas identificadas, para cada tipo de produto, foi realizada uma análise ABC a todos os artigos, mantendo a divisão por tipo de produto. Para a análise ABC teve-se em conta a quantidade de artigos existentes em armazém, as suas rotatividades e as necessidades do Centro e da empresa, para as seguintes definições de rotatividades:

AA – Rotação superior A (SKU's extras que serão encaminhados para o “Ranger”)

A – Alta Rotação

B – Média Rotação

C – Baixa Rotação

Existiu a necessidade de se criar AA, como sendo uma rotação superior A, visto que existiam artigos com elevados *stocks* médios, enviados em grandes quantidades para outros armazéns e para clientes, e com historial de curto período de armazenamento.

Este tipo de rotação está associado apenas aos artigos provenientes de PAV e IMS, artigos produzidos na fábrica de Avanca e armazenados no CD. Entram para o CD pelo final de linha e são armazenados nas estanterias mais próximas. Temos como exemplos para este tipo de artigos, café solúvel, leites, etc.

Os artigos de IMS são rececionados em grandes quantidades, sendo muitas das vezes rececionadas cargas completas com apenas um dos artigos, por exemplo, café em grão, cápsulas de café, etc.

Para esta análise foram definidos intervalos para cada tipo de produto, visto que a quantidade de artigos por tipo era muito variável, ou seja, dentro de cada tipo de produto foram definidos os seguintes critérios:

Tipo de Produto	Intervalo	
	Rotação	Critério
PET	A	$\geq 20$
	B	]9-20[
	C	$\leq 9$
PAV	A	$\geq 35$
	B	]20-35[
	C	$\leq 20$
CHOC	A	$\geq 18$
	B	]10-18[
	C	$\leq 10$
IMS	A	$\geq 35$
	B	]20-35[
	C	$\leq 20$

Tabela 19 - Intervalos definidos para cada tipo de rotação

Os intervalos apresentados na *tabela 19*, foram definidos pela administração e algumas chefias tendo em conta objetivos internos da empresa.

Depois de definidos os critérios mais adequados para cada tipo de produto, com a devida rotação, e compilados os dados das vendas relativas ao último ano, criou-se um ficheiro que permite a partir da média de paletes movimentadas semanalmente e os intervalos definidos como critérios para cada família de produto, identificar para cada produto as suas rotações.

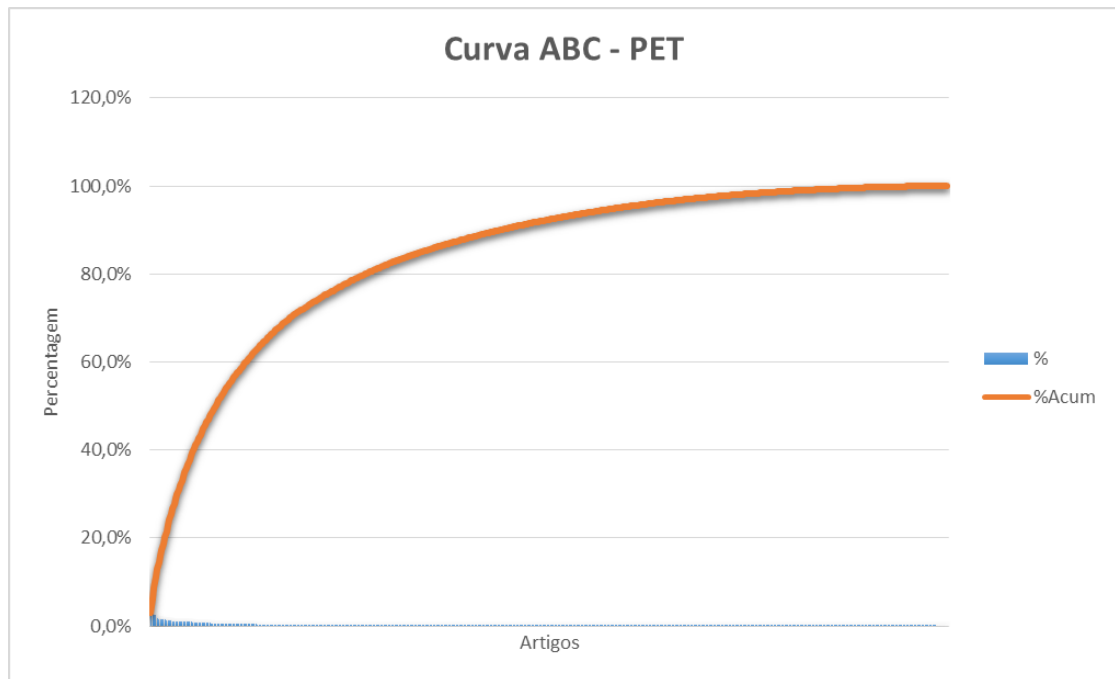


Gráfico 1 – Curva ABC PET

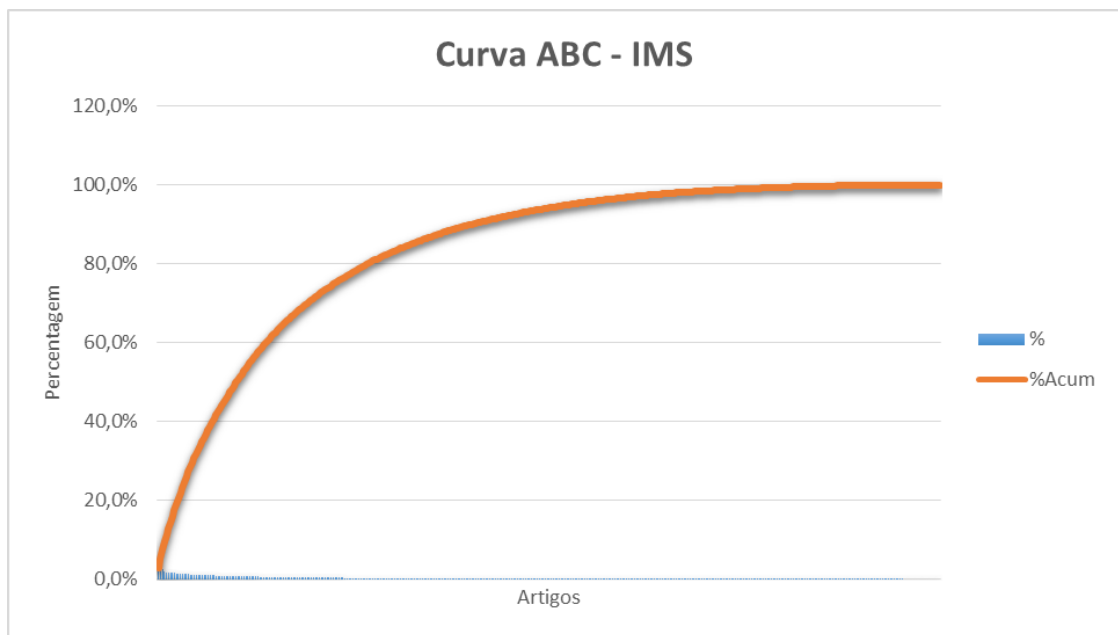


Gráfico 2 – Curva ABC IMS

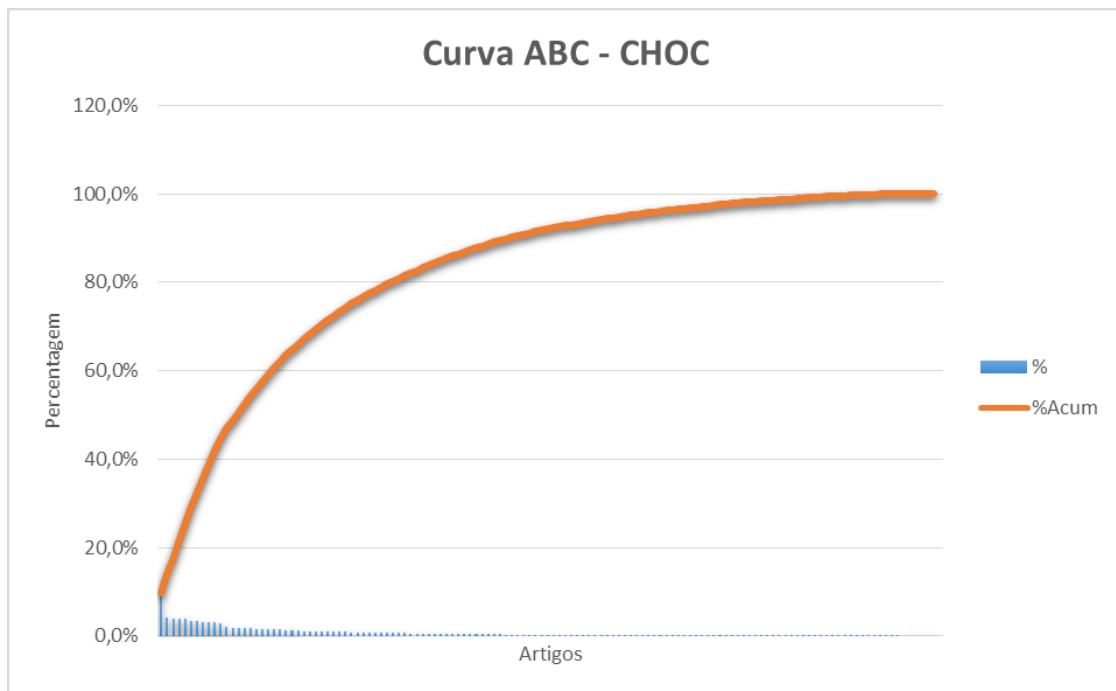


Gráfico 3 – Curva ABC CHOC

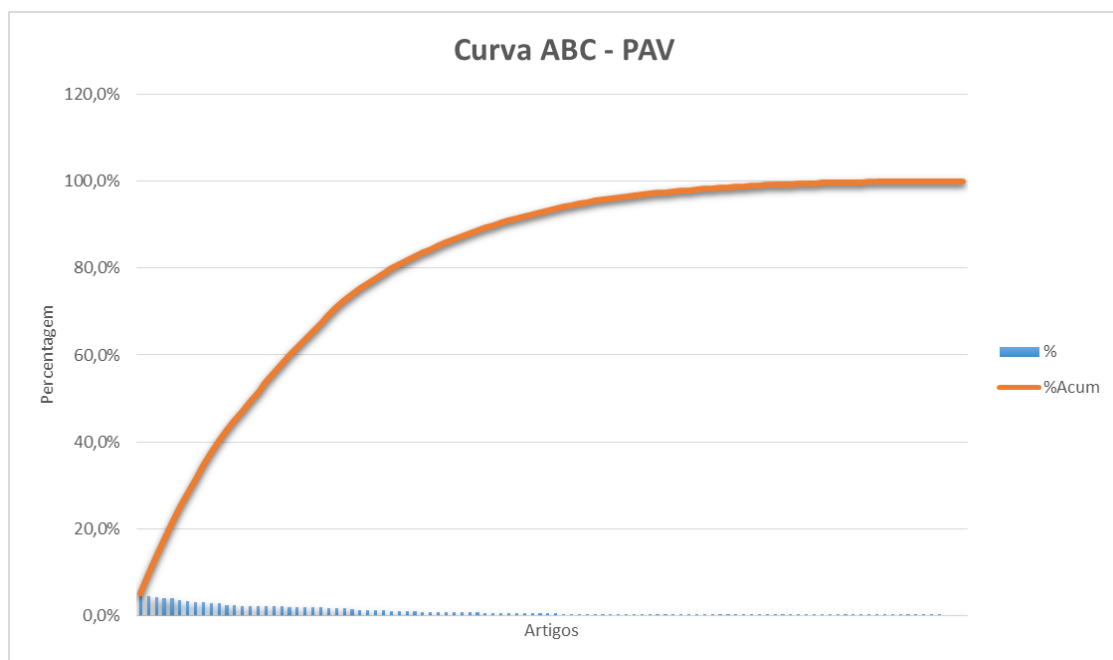


Gráfico 4 – Curva ABC PAV

Os dados foram divididos por famílias de produto e inseridos em cada um, os respectivos critérios identificando assim como a rotação de todos os artigos em estudo.

Para os artigos considerados de rotação AA, foi verificado que só existem artigos provenientes de IMS e PAV. Aproximadamente 21% dos artigos provenientes de PAV são de rotação AA, isto deve-se a tratar-se de artigos que se movimentam em grandes quantidades existindo até encomendas completas de 66 paletes de um único artigo deste tipo. Como se trata de produtos provenientes de PAV, as quantidades que entram no Centro pelo final de linha irão depender do planeamento de produção da fábrica e por sua vez também condicionar o fluxo de movimentos relacionados com a arrumação do produto e preparação de cargas.

Dos 1324 artigos que entram na análise ABC, existem 29 com rotação superior a A (AA), 75 artigos com alta rotação (A), 118 artigos com média rotação (B) e 1102 artigos com baixa rotação (C). Ou seja 83,2% dos artigos que estiveram envolvidos no estudo foram identificados como artigos de baixa rotação – C, (tabela 20 e gráfico 5).

	AA	A	B	C	Total por tipo de produto
IMS	4	25	44	390	463
PAV	25	32	45	16	118
CHOC	-	6	6	136	148
PET	-	12	23	560	595
<b>Total por tipo de rotação</b>	29	75	118	1102	-

Tabela 20 - Relação da quantidade de artigos existentes por tipo de rotação e tipo de artigo

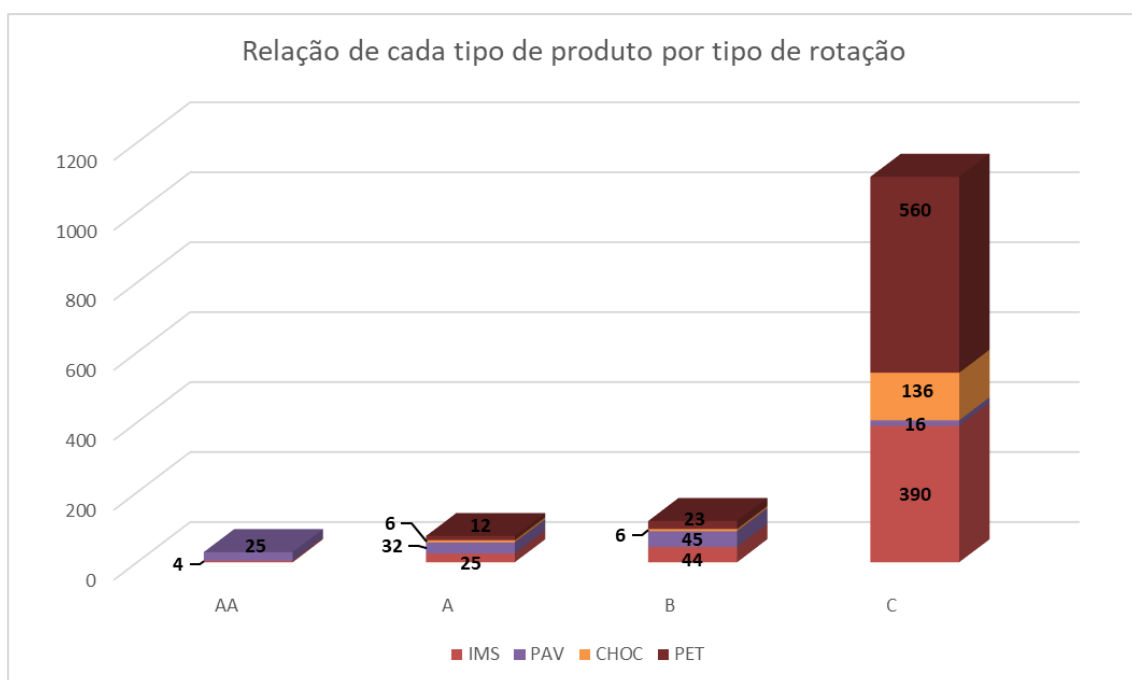


Gráfico 5 - Relação de cada tipo de produto por tipo de rotação

### 3.2.5 Fase 5 – Zoning

Com as rotações definidas para todos os produtos, a equipa iniciou a quinta fase, onde foi realizado o zoning ao armazém e definidas as quantidades de cada área de acordo com as quantidades de *stock* e quais as zonas para cada tipo de rotação, definindo assim um novo modelo de *layout* mantendo os sectores por famílias do *layout* antigo.

Seguindo as condições anteriormente identificadas e a realidade da empresa, o novo *layout* manteve as divisões por famílias e as áreas base já existentes no *layout* anterior (figura 28).

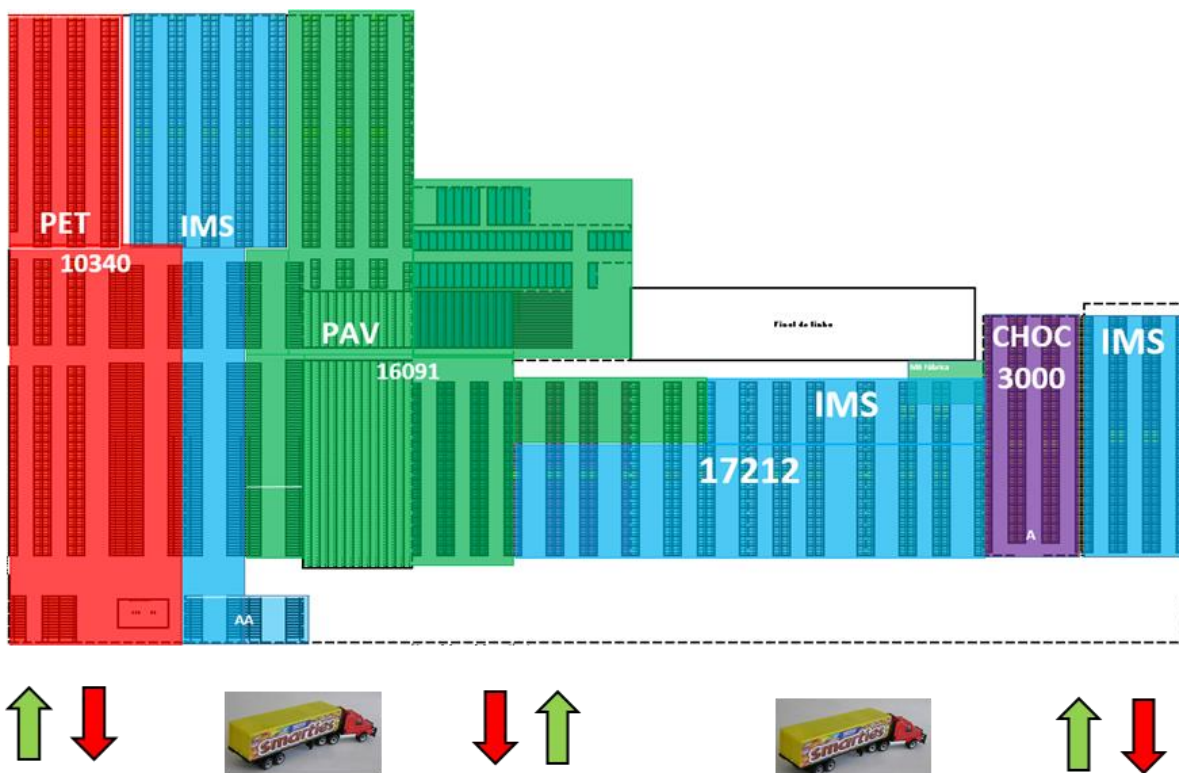


Figura 28 - Novo layout com identificação das famílias de produtos

Como pode ser verificado a organização das áreas por rotação do produto segue o referido na revisão bibliográfica (figura 29), os produtos de baixa rotação encontram-se armazenado o mais afastado possível dos cais de descarga e carga, a seguir encontramos os produtos de media rotação e por fim os de alta rotação e de rotação superior a A.

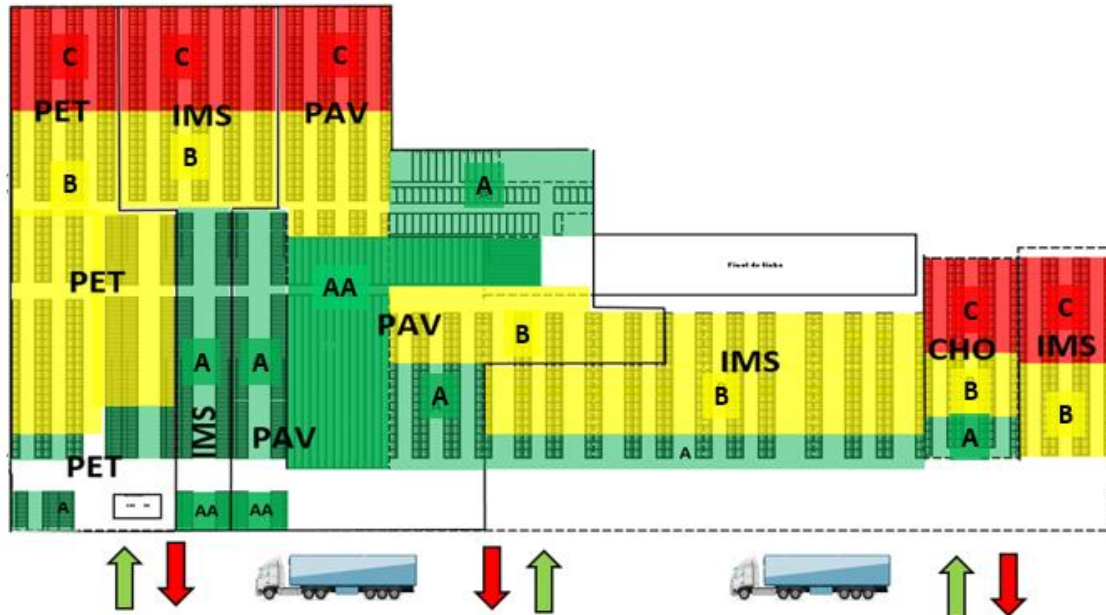


Figura 29 - Novo layout com identificação das famílias e rotação ABC

Pode ser verificado que existe uma zona A e uma zona AA depois de uma zona B (figura 30), isto deve-se a ser a entrada da maior parte do produto proveniente da fábrica pelo final de linha. Tendo em conta está entrada e as estruturas existentes em ambas as zonas, foram definidas assim as zonas A e AA para o armazenamento de alguns produtos.

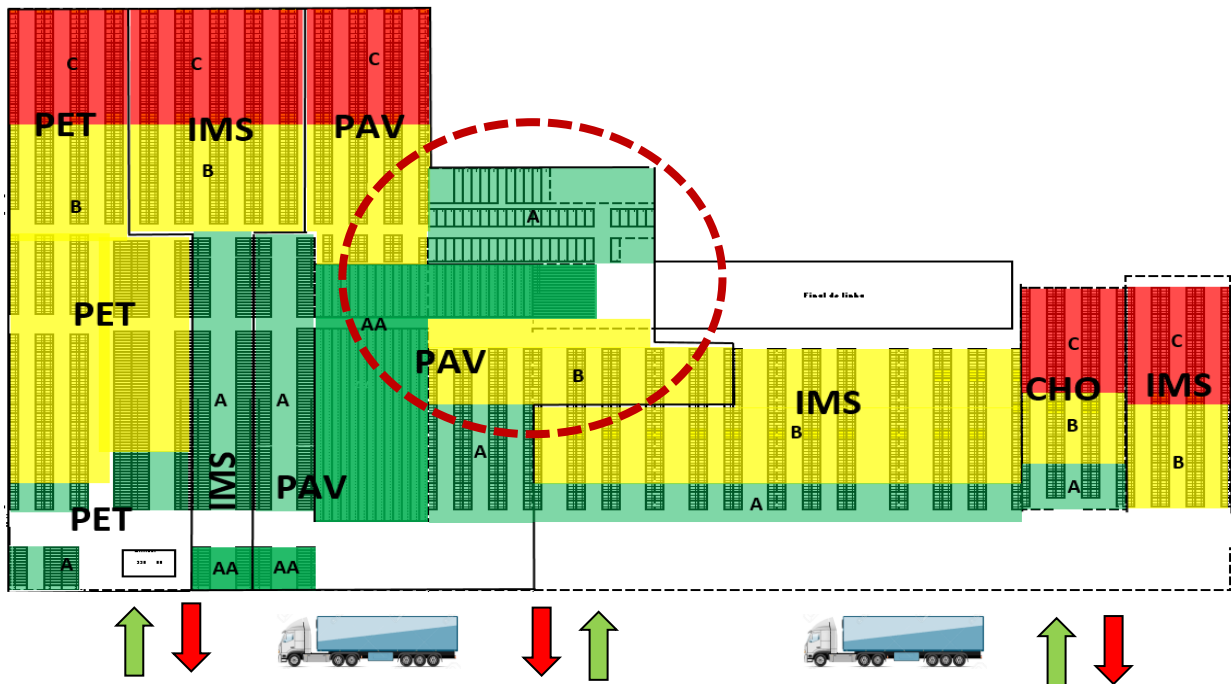


Figura 30 - Planta do Centro / Explicação rotação zona PAV

### 3.2.6 Fase 6 – Definição das sequências de arrumação

Nesta última fase já se encontrava a rotação dos artigos definida, qual a estrutura mais rentável para cada um dos artigos e as zonas para cada tipo de produto. Com a informação anterior reunida, construíram-se sequências de arrumação no sistema de gestão do centro, por famílias de produtos e rotação. São apresentados alguns exemplos de sequências de arrumação *tabela 21*. As sequências de arrumação têm 4 níveis de prioridades, de forma a otimizar as estruturas e a utilização do armazém.

Sequência de arrumação	PAV Tipo AA	IMS Tipo A
1	Ranger	Drive in A
2	Drive in	Single Rack A
3	Single Rack B	Single Rack B
4	Single Rack C	Single Rack C

Tabela 21 - Exemplos de sequências de arrumação para dois géneros de produtos diferentes

As sequências serão programadas no sistema de gestão de armazém (SAP), de forma ao próprio sistema indicar para onde deve ser arrumado o produto tendo em conta as sequências definidas, mesmo se tratando de um artigo novo ou já com historial de movimentos no armazém.

Este modelo de gestão irá permitir otimizar o tempo de alocação do produto que dá entrada em armazém, facilitar a percepção dos colaboradores sobre as zonas de arrumação para cada produto e a disponibilidade dos lugares de arrumação no exato momento sem existir a necessidade de verificação física dos lugares livres e qual a ordem sequencial em caso da estrutura prioritária para cada produto esteja saturada (figura 31).

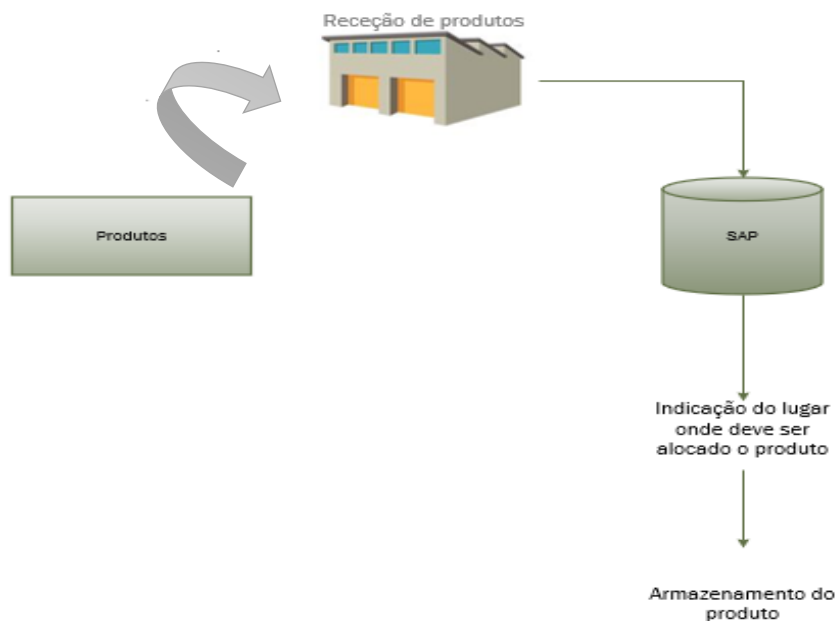


Figura 31 - Fluxograma Receção / Armazenamento de produto

Assim sendo, será esta a metodologia implementada e seguida com a reformulação do Centro de Distribuição, criando valor nos fluxos e eliminando os desperdícios. Tudo com a ajuda de um sistema de gestão.

Tendo em conta a reformulação e o novo *layout* implementado no Centro, será inicialmente necessário existir um plano de formação aos colaboradores sobre o novo *layout* e sobre a maneira como irá funcionar a alocação do produto, com a ajuda do sistema de gestão já existente.

### 3.3 Análise e conclusões da implementação da metodologia

Como inicialmente indicado, os principais objetivos do projeto seriam a otimização da capacidade do armazém e diminuir ao máximo o número de paletes em armazéns externos, assim os custos mensais de armazenamento em armazéns externos seriam reduzidos e o tempo de resposta às encomendas seria mais curto, visto que o produto estaria armazenado no próprio armazém não dependendo de terceiros.

O projeto de reformulação do CDA iniciou-se em Janeiro de 2017, existindo cerca de 8000 paletes em Overflow o que representa 25% do total das paletes armazenadas no CDA mais no armazém externo originando um custo diário de 1110 €.

Foi realizado um planeamento para início e fim das intervenções, por área, de forma a evitar constrangimentos nas operações do CD, mantendo o nível de qualidade e respostas aos clientes.

Em Abril de 2017 foram iniciados os trabalhos de intervenção, para que fosse possível a realização dos trabalhos foi necessário enviar paletes para o Overflow, o que levou a um aumento de 10% de paletes armazenadas em Overflow originando custos de armazenamento no armazém externo. Este fenómeno durou até Julho de 2017.

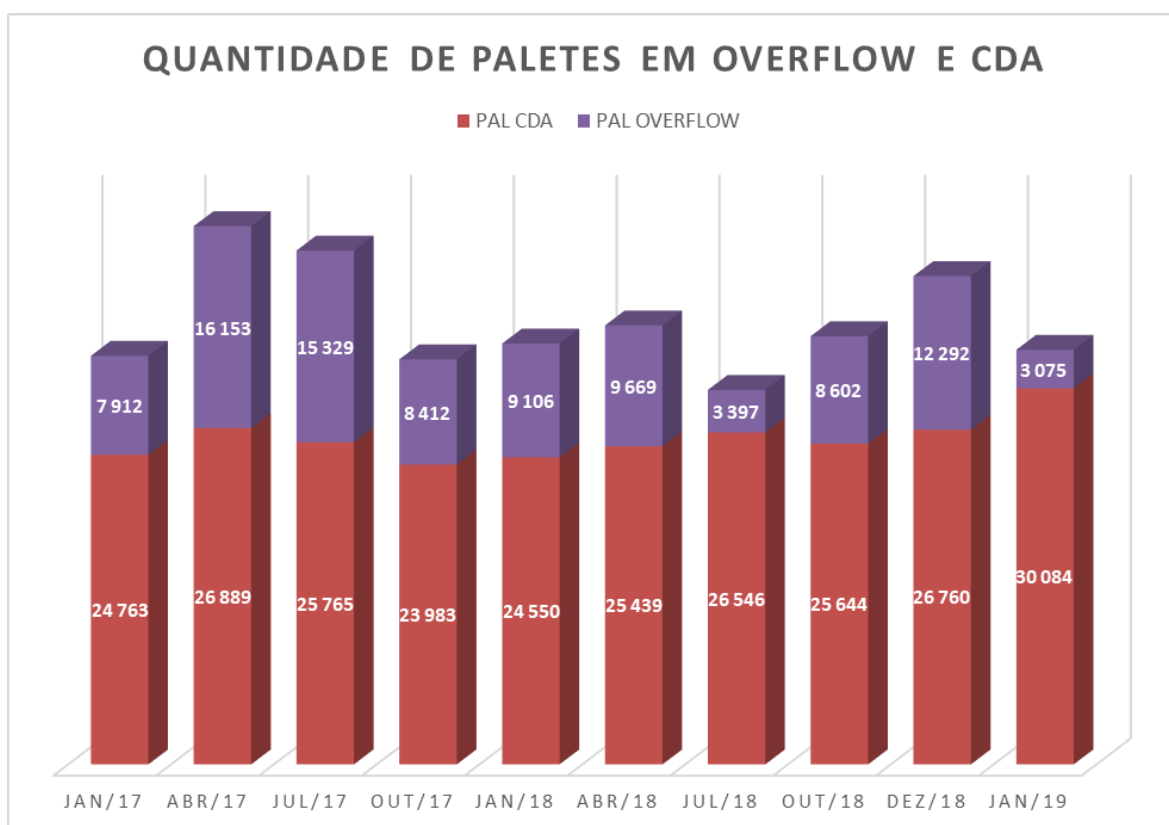


Gráfico 6 – Quantidade de paletes em Overflow e CDA

Como podemos verificar no gráfico 6 entre Julho e Outubro de 2017, após as primeiras obras de reformulação, existiu um decréscimo significativo na quantidade de paletes em Overflow. Passando de 15329 paletes para 8412 paletes armazenadas em Overflow. A partir de Novembro de 2017 foram iniciadas as fases seguintes, o que é perceptível pelo gráfico. Ao longo do ano 2018 as diversas fases foram iniciadas e finalizadas existindo uma grande variação de movimentos de armazenamento no armazém externo (gráfico 6).

A partir de Julho de 2018 até Dezembro de 2018 é visível (gráfico 7), um crescimento dos custos devido ao aumento de paletes em overflow isto foi causado a sazonalidade dos artigos, visto que começava a época de Natal e existiu um, aumento de stocks de alguns produtos. Em Janeiro de 2019 foram finalizadas as principais intervenções e finalizada a nova nave, levando a uma diminuição bastante significativa na quantidade de paletes armazenadas em Overflow passando de 12292 para 3075 paletes. Isto significou uma grande redução nos custos de armazenamento como pode ser verificado no gráfico 7.

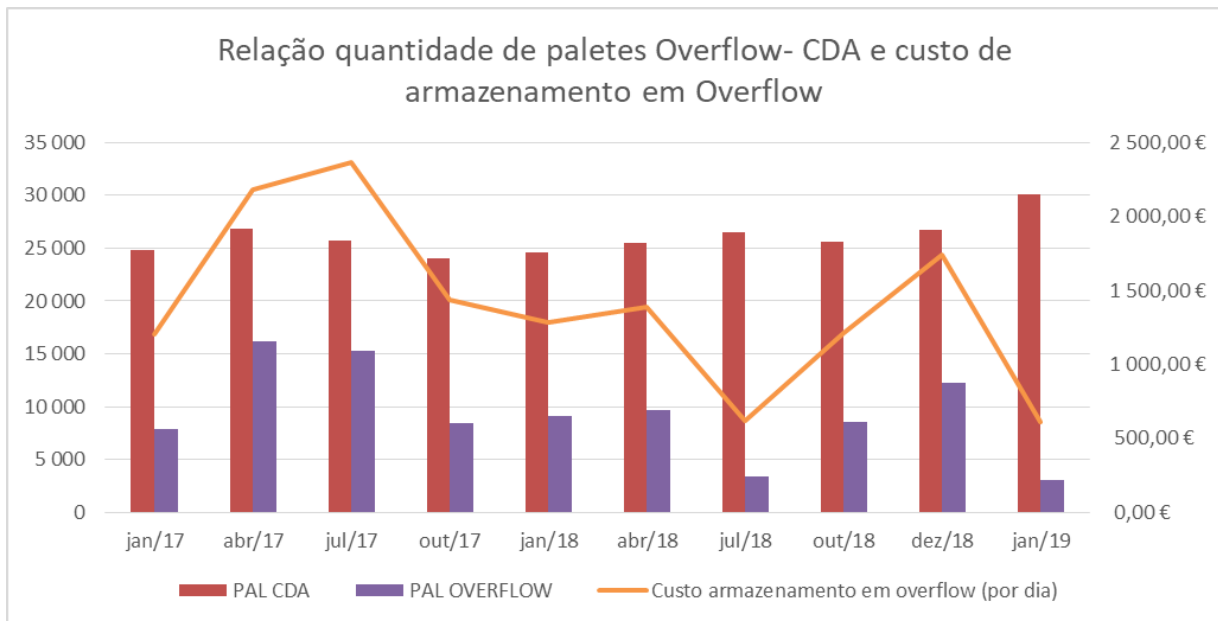


Gráfico 7 – Relação quantidade de paletes Overflow - CDA e custo de armazenamento em Overflow

Como já tinha sido indicado quando se iniciou o projeto existiam cerca de 8200 paletes em Overflow o que representava um custo de 1 203,57 €. Em Janeiro de 2019 com a finalização da nova nave e a implementação do novo *layout* de arrumação existiam 3523 paletes armazenadas no Overflow o que representa 607,77 € em custo de armazenamento externo.

O principal objetivo foi cumprido a redução dos custos de armazenamento externo conseguido a partir da implementação do novo *layout* e construção de uma nova nave.

# CONCLUSÕES

## 4.1 Objetivos atingidos



## 4 CONCLUSÕES

Desde o início da dissertação que é indicada a importância que o cliente tem para este setor, o setor alimentar. A elevada exigência em relação a qualidade dos produtos, tempo de entrega do pedido, levam aos Centros de Distribuição a estarem em constante procura por técnicas de armazenamento melhores e mais adequadas para armazenarem os seus produtos. Mas ao mesmo tempo estas melhorias que procuram devem responder à maior necessidade das empresas, proporcionando maior valor ao cliente e o que ele deseja, mas a baixo custo.

Atualmente se uma empresa não se encontra em constante melhoria e na procura de metodologias mais recentes de implementação que permitam a melhoria dos seus serviços, os concorrentes podem oferecer melhor serviço. Por isso existe atualmente uma grande procura por ferramentas de otimização de estratégias de armazém, de modo a que as empresas se tornem constantemente competitivas.

A revisão bibliográfica permitiu entender e identificar quais os pontos importantes e relacionados com a otimização de estratégias de armazéns.

A alteração e a criação de um novo *layout*, são passos bastante importantes para a concretização desse tipo de otimização.

O objetivo pode ser atingido recorrendo a ferramentas de gestão de *stock*, como por exemplo a análise ABC dos produtos. Esta permitiu segmentar os produtos segundo a procura e definir o *layout* do Centro de Distribuição, tendo em conta também as estruturas disponíveis, a movimentação dos produtos e os tipos de produtos existentes. Assim sendo foi identificado nesta dissertação que existe a possibilidade através da utilização de ferramentas e metodologias simples, otimizar um armazém, tratando-se de um armazém já construído, com estruturas e equipamentos de armazenamento. Estas ferramentas podem ser aplicadas em qualquer tipo de armazém e setor, visto que podem ser adaptadas a qualquer realidade.

A volatilidade da procura por parte dos clientes irá continuar, e as empresas continuarão a sentir a necessidade da constante melhoria dos seus serviços.

Será que o setor alimentar irá conseguir reduzir os seus volumes de *stock* de segurança de forma a existirem armazéns de pequenas dimensões, onde seja reduzido o número de movimentos dos produtos permitindo assim garantir a qualidade dos mesmos e uma eficiente resposta das entregas?

Ou existirão armazéns completamente automatizados, geridos por um sistema de gestão à distância. Onde o *picking* e a preparação das encomendas seja tudo realizado de forma automatizada?

Apesar da dúvida nas duas questões colocadas anteriormente, será sempre necessário realizar um estudo e implementar uma metodologia que permita uma otimização das estratégias do armazém, garantindo o valor ao cliente e o baixo custo para a empresa.

A criação de um *layout* adequado, a escolha de técnicas de armazenamento adequadas e equipamentos de trabalho permitirão sempre atingir os objetivos traçados pelas empresas.

#### 4.1 Objetivos atingidos

No início da dissertação o objetivo era, a definição e otimização das estratégias de armazenamento para os artigos existentes no CD, aplicando a metodologia de *Lean Warehousing* e recorrendo à análise ABC para definir a rotação de cada artigo.

A aplicação da metodologia de *Lean Warehousing* foi de uma forma geral facilmente aplicada, assim como a realização da análise ABC aos artigos.

Existiram alguns pontos durante o desenvolvimento do projeto que não seguiram os procedimentos normais do cálculo, como por exemplo os intervalos definidos para cada tipo de rotação. Os mesmos foram definidos pela administração e por responsáveis pelo projeto, tendo em conta os objetivos desejados para o CD.

No fim do projeto foram definidas as sequências de arrumação para cada tipo de produto tendo em conta o tipo de rotação. Posto isto, estas sequências foram inseridas em SAP, para a otimização do processo de alocação do produto existente.

Considero como o principal ponto negativo, a impossibilidade de poder demonstrar exemplos finais da finalização do projeto, visto que o projeto ainda continua por finalizar a nível físico por isso só foi possível demonstrar a parte do estudo.

O tema desenvolvido e o aumento de conhecimento através da bibliografia, foram os contributos a nível de conhecimento adquiridos durante o processo de desenvolvimento da dissertação. Existe também a abertura para futuros trabalhos de pesquisa e estudo.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES  
DE INFORMAÇÃO**



## 5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

*Bartholdi & Hackman, (2017). "Warehouse & Distribution science". Última versão de lançamento: 0.98.*

*Baker & Canessa, (2009). "Warehouse design: A structured approach". European Journal of Operational Research Volume 193, Issue 2, 1 March 2009, Pages 425-436.*

*B Rouwenhorst, B Reuter, V Stockrahm (2000). "Warehouse design and control: Framework and literature review". European Journal of Operational Research, Volume 122. Pages 515-533.*

*Christopher, M. & Towill, D. (2001). "An integrated model for the design of agile supply chains". International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. Volume 31. Páginas 235-246.*

*Crespo, J. (2017). "Logística e gestão de Cadeia de Abastecimento".*

*Erwin Rauch, Andreas Damian, Philipp Holzner, Dominik T. Matt, (2016). "Lean Hospitality - Application of Lean Management methods in the hotel Sector". 48th CIRP Conference on MANUFACTURING SYSTEMS. Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)*

*Frazalle (2002). "Supply chain strategy: the logistics of supply chain management".*

*F. Caron, G. Marchet, and A. Perego, "Optimal layout in lowlevel picker-to-part systems," International Journal of Production Research, vol. 38, no. 1, pp. 101–117, 2000*



Gua, Goetschalckx, & McGinnis, (2007). "The warehouse operation research: a comprehensive analysis". *European Journal of Operational Research*, Volume 177, Pages 1-21.

Hwang, H. S., & Cho, G. S. (October de 2006). "A performance Evaluation model for Order picking warehouse design". *Computers & Industrial Engineering*, Volume 51, Pages 335--342.

Kar, J. (2013). "An Overview of Warehouse Optimization".

Krisztina Demeter, Zsolt Matyusz (2011). "The impact of lean practices on inventory turnover". *Int. J. Production Economics* 133 (2011) 154–163

Li, H., & Meissner, J. (2010). "Distribution And Warehousing In Supply Chains". In H. Bidgoli, *The Handbook of Technological Management* (Volume II, pages 159---175). New Jersey, United States of America: John Wiley & Sons.

Petersen, CG, Aase, G., Heiser, DR, (2004). "Improving orderpicking performance through the implementation of class based storage". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 34 (7), Pages 534–544.

R.Sundara, A.N.Balajib,\*, R.M.SatheeshKumar (2014). "A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques". Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Roodbergen, K. J., & Vis, I. F. (2007). "Design and control of warehouse order picking: A literature review". *European Journal of Operational Research*, Volume 182, Pages 481-501.

Roodbergen, K. J., & Vis, I. F. (2007). "Simultaneous determination of warehouse layout and control policies". *IEEE Transactions, International Journal of Production Research*, volume 53.

T. Ambroziak and K. Lewczuk, "A method for scheduling the goods receiving process in warehouse facilities," *Total Logistic Management*, volume 5, no. 1, pages 7–14, 2008.

Womack e Jones (2012). "Lean Thinking".

**ANEXOS**

## 6 ANEXOS



6.1 Layout antigo antes do projeto de reformulação

